## RADIAL ANISOTROPIC SINTERED MAGNET, ITS MANUFACTURING METHOD, AND MAGNET ROTOR AND MOTOR

Publication number: JP2004153867

**Publication date:** 

2004-05-27

Inventor:

SATO KOJI; KAWABATA MITSUO; MINOWA

**TAKEHISA** 

**Applicant:** 

SHINETSU CHEMICAL CO

Classification:

- international:

B22F3/02; H02K1/16; H02K1/27; H02K15/03: H02K21/14; B22F3/02; H02K1/16; H02K1/27;

H02K15/03; H02K21/14; (IPC1-7): H02K1/27; B22F3/02;

H02K1/16; H02K15/03; H02K21/14

- european:

Application number: JP20020310880 20021025

Priority number(s): JP20020310880 20021025; JP20010334440 20011031;

JP20010334441 20011031; JP20010334442 20011031; JP20010334443 20011031; JP20020259477 20020905

Report a data error here

#### Abstract of JP2004153867

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a radial anisotropic sintered magnet which has excellent magnetic properties without cracks or cracking at sintering or aging cooling even in such a form that the inner-outer diameter ratio is small.

SOLUTION: This radial anisotropic sintered magnet contains a section which is formed cylindrical and oriented in a direction inclined at an angle of 30[deg.]or larger relative to the radial direction, not less than 2% and not more than 50% of a magnet volume, and the residual section of the magnet volume is oriented in the radial direction or with its inclination to the radial direction at angle of 30[deg.]or smaller.

COPYRIGHT: (C)2004, JPO

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(13)	国本目	LITAD	(ID)					c.: 4.3								(	エエノゼ	i pri i	L AU	ム門	<b>田</b> つ	
		-	(JP)	1	,' -:								报 (A						ロスつ	AAA.		3867
	1, 9	*:		٠,٠	٠٠	١					, 1. ÿ						1					67A)
. 33	<b>新品的</b>	1. 1. 1.	ħ.:	,			•	. ""		٠.	. 4 3		(43	) 公月	B	<b>*</b>	216⊈					. 27)
(51) 1	nt.Cl.	7						F	<u> </u>								テー	7 ] •	– ĸ	(参	(考).	
	02K		7		ι.			40	HO	2 K	i (1/2	7, 9	5 O 1	Α			-		-			
	22 F												1 -4				5,H.				1	
Н	02K	1/1						 19	ΉĊ	2 K	. 1/1	<b>3</b> . , , ,	141	C	٠,	. 1.:	5 H 5 H	<b>32</b> .	1,	.et 14		n Nove
	02K		-		CO.		٠,		HC	2 K	15/0	3	, ,,,	Ġ	. "		5 H	32	2	:		13.3
H	02K 以末品	21/1	<b>4</b> ·: «	PK 13		.: .		:1		2 K				M	ند دنده د		15	\ <u>.</u>			-	
	- A - i m	ψ· (·	3	-1 (-1		-1-			<u> </u>	11	· 番道	來謂達	<b>未開</b>								26	身) <sup>(</sup>
	出願番号	3						(P2002		•	(71) 出	<b>J願人</b>	000	00206	0						[ ]	i;
3507 13	出願日 愛先權自	: ZE <del>SE</del> J						2002) (2000)				S 41 4	16 西	51L <del>7</del>	<b>上光</b>	体工	天红	<u>6 191</u>	· 🔓 🗸	- 1 y	Ë	- 7
	<b>愛先日</b>							(2001			(74) H	(十二) 大理人 <sup>7</sup>	1000	₹#₽ 1 07930	ци) !! (ы	f 1	// (	1	7	) <b>1</b> EF .	7.2	I .
	及 <b>先権</b> 自							\$ \{:			13/2	) ii	并理	(土)	小島	隆	司号	E Xa	ļ	(H .	1.1	٠
	<b>憂先權</b> 主							(P2001				理人										.1.
(32)	<b>愛先日</b>							(2001		31)			弁理	土	重松	沙	鐡				١	
	<b>慶先権主</b>		<u>. 1</u>	日本	国 (J	P) 🚜	i iki	抽上液	W	101	(74) # (24) #	理人	100	2072	<u>l</u> ,, (	٠,٠ ن	r. c	. 'Y		: J.	i itt	. 13
	<b>發先權主</b>		5 1	待願:	2001	-334	442 (	P2001	-3344		التد المانية	المادد	弁理	土	小林	克	成	, cj	<i>&gt;</i> ;		. I.i.	
	優先日 優先權主	•		半灰. 占 关	13年	10月	31'H	*(2001 !}	.10.3	31)	(72) 勇			章 玩具		in in	iol v		,			*±
	ダルイモコ 交先権主					•		P2001				, .		八泉· 会定i						1百万	81C-	ميلا <del>م</del>
	要先日 要先日	- 4W EEE .						(2001			(72) 勇	明者								at i.	a 121	tia .
	<b>罗先權主</b>	-張国						ـــــــــــــــــــــــــــــــــــــ				, 19, 17   19, 19										
	(4 (1) 1 72)	tto. 250	C) (	ויבניו	1.0	· ,	٠	• J	311 34		,		業材	会欠	社武	生工	場内	S-1	1.0	11.5. 111.	e jiya	•
																			E a	な音が	こ統(	<b>〈</b>
		+ - + + -			. 1		, , , ,	131	1						5 V 1				HXA	1,54,1	,	<del></del> -
(54)	【発明の	名称]	ラシ	シアノ	レ異プ	7性炒	施品	8石及	びそり	の製造	方法並	びに思	石口	ータ	<u>ያ</u> ረረ፡	<del>! .!!!</del> <b>E</b> —,	<del>&gt;</del>	:(:	AXA	1,54,1	1.	<del>; .</del>
	<del>、 は、 。</del>		-	-												Ų.	$c_i$					
:	. # 5	APTO	-	-								Z0 17	· AN	1	ľ s	i jii	65 T	:43	.!!	> 14	$(\beta_{ij})$	G P
		alete V	સ્થા ( કો ઇ		(h)			Parette	1. d	ļ\$ .	; (M ±)	Z8 ***		. V.	ľ sí	i jai	65 T	тд1 	.!!	\$ (# 1) 20	UNA CONT	65 je 33
(57) 【解	【要解決手段	A) A) Aliti	が (的)	状に	形)	以さ	'n.	品は	。 ジア	ル方	: (Ma) 向に)	対し、	3 0		产分 上 <b>在</b>	はい	er ふさ た方	间。	に西	* # # # # # # # # # # # # # # # # # # #	(水) (水) しが	() p () () <b>的</b>
(57) 【解 位を	【要料	り】円を積り	(A)	状に%以	形上	説 ち 0	れ、 れ、 %」	は、ボラ下	ジア	ル方し、	向に、磁石を	対し、様々	3 0	リリック	1. 八上部	領が	きなったラ	前京	に西ルノ	は原の	は、は、した。	が部の
(57) 【解 位を ジア	【要手の方の方の方の方の方の方の方の方の方の方の方の方の方の方の方の方の方の方の方	り】円を動に対	(A)	状に%以	形上	以さ	れ、 れ、 %」	は、ボラ下	ジア	ル方し、	: (Ma) 向に)	対し、様々	3 0	リリック	1. 八上部	領が	きなったラ	前京	に西ルノ	は原の	は、は、した。	が部の
(57) 【位 ジ 方 性	【決磁ル焼	り】円の対は石。	(で) (で) (で) (す)	状%な何	形上さ	ii び 5 0 が 3	れ、 %」 0 °	は、ボラントの未	ジ含満	・ルし、配	向には	対し 体積の もの	3 0 残あ	・以のこと	主には上部と	領立のが特	さったラ徴	一向アす	にルっち	は、心臓の気が	はした。カアル	部ラス異
(57) 【位ジ方 【位 ジ方 【効	と 一	りと対している。明の対。明	(1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	状%る ラ	形上され	成5がル	れ、0 方1	は、一般の対象を表現の対象を表現の対象を表現の対象を表現の対象を表現しません。	ジ含満に破	が、方は向は	向低し、内	対し、体もの、発力	3 0残あの	いいいいのにいった。	1 八上部と な	頭立いが特状	であったラ徴に	一向アすい	にルるて	は、空間向ジー焼	はしカアに結	部ラ異び
(57)解をア性効効	と	り】種に石発の関いる明書	間(2)すのれの	状%るランク	一部形 上き アラ	成5がル	れ、0 方1	は、一般の対象を表現の対象を表現の対象を表現の対象を表現の対象を表現しません。	ジ含満に破	が、方は向は	向低し、内	対し、体もの、発力	3 0残あの	いいいいのにいった。	1 八上部と な	頭立いが特状	であったラ徴に	一向アすい	にルるて	は、空間向ジー焼	はしカアに結	部ラ異び
(57)解をア性効効	【決磁ル焼	り】種に石発の関いる明書	間(2)すのれの	状%る ラ	一部形 上き アラ	成5がル	れ、0 方1	は、一般の対象を表現の対象を表現の対象を表現の対象を表現の対象を表現しません。	ジ含満に破	が、方に向は	向低し、内	対し、体もの、発力	3 0残あの	いいいいのにいった。	1 八上部と な	頭立いが特状	さる、たラ徴 にごったジンと おい	が一向アすいの	にいるて	は、中間のジー焼き	は、し、カアに結び、	部ラ異び
(57)解をア性効効	と	り】種に石発の関いる明書	1000000000000000000000000000000000000	状%るランク	一部形 上き アラ	成5がル	れ、0 方1	は、一般の対象を表現の対象を表現の対象を表現の対象を表現の対象を表現しません。	ジ含満に破	が、方に向は	向低し、内	対し、体もの、発力	3 0残あの	いいいいのにいった。	1 八上部と な	頭立いが特状	さる、たラ徴 にごったジンと おい	が一向アすいの	にいるて	(1) では、 (1) では、 (2) では、 (2) では、 (2) では、 (3) では、 (4) では、 (5) では、 (6) では、 (7) では、 (	は、し乃アニ結び、	部ラ異び
(57)解をア性効効選	と	りと対して発力を対して、対しては、対しては、対しては、対しては、対しては、対しては、対しては、対	間 () () () () () () () () () () () () ()	状%るランないのは、シクし	形上きアラ	一成5がルツーンさ03 異クー	れるの方の	は、一般には、一般など、一般に対して、一般に対して、一般に対して、一般に対して、対して、対して、対して、対して、対して、対して、対して、対して、対して、	ジ含満に破れ	方に同な破	向磁し、石石	対はのなる。	3ので 七年	りる小る	子の生命となって	思いいが特状の	であったラ酸には、カジと、おいめに	「向アすい」の	にいるて・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・		は、このアー結び、	がい。一部ラース・グラース・グース・グース・グース・グース・グース・グース・グース・グース・グース・グ
(5人位ジガ【時【7)解をア性効効選	【決磁ル焼果冷択	り、入種に石発の一門の対。明制	1筒2寸のれ	状況るランないのは、	が上き アラー・コ	一成5がルン	れ% 0 方の	は、一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一	で有に破れ	方に向は破	向成し、石特	対は他の外生を	30で 七百	いりる小る。	子に何んを一冊。	は、質質などが特殊の	であったラー微 にディー・カジと おりがす	明子向アすいのので	は、にいるでは、	は、小学のでは、一般のでは、一般のでは、一般のでは、一般のでは、一般のでは、一般のでは、一般のでは、一般のでは、一般のでは、一般のでは、一般のでは、一般のでは、一般のでは、一般のでは、一般のでは、一般のでは、	は、し、カアに結び、	がい。一部ラー異している。
(5人位ジガ【時【7)解をア性効効選	【決磁ル焼果冷択	り、入種に石発の一門の対。明書	1筒2寸のれ	状況るランないのは、	が上き アラー・コ	一成5がルン	れ% 0 方の	は、一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一	で有に破れ	方に向は破	向低し、石特	対体も外生を	3ので 七百	りる小る。	する に何のを 州 第一次の	は、 は	であったラ微にアコー・ケー・カジと、おいのエー・ケー	明子向方す いっちょ 一日	にいるでは、	さず配置を (焼き) マインス	は、しガアに結び、	部ラ異ない。
(5人位ジガ【時【7)解をア性効効選	【決磁ル焼果冷択	り、入種に石発の一門の対。明書	1筒2寸のれ	状況るランないのは、	が上き アラー・コ	一成5がルン	れ% 0 方の	は、一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一	で有に破れ	方に向は破	向低し、石特	対は他の外生を	3ので 七百	りる小る。	する に何のを 州 第一次の	は、 は	であったラ微にアコー・ケー・カジと、おいのエー・ケー	明子向方す いっちょ 一日	にいるでは、	は、電子のでは、一般ないでは、一般ない。	は、し乃アに結合という。	ひか 部ラ 異しびのでしては、
(57)解をア性効効選	<ul><li>【決磁ル焼果冷択</li><li>要手石方結】却図</li><li>・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・</li></ul>	りとは可能に石発の円の対。明制	筒()すのれ、	は、大火る、ランない。	語形上き アラー・コー	は、ちの3の異クールが	れ、り、方の、	高 勝、以、 性な、 ラウザー・ジラ下来 焼い コラ	・ はび合って 一 は、優 ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	事 ・ ルし、配 石、た・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	向磁し、石	対体も外生を	3ので 上質	いりる小る。	子 八上部と ない 一 一 中で	は、自頭など、影響には、これには、	であったラで倒した。コーニー・コーナー方シと、おいかエーニーニー	加了向アすーいのカスート四マ	にいる。て、これが、	は、一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一点の一般の一点の一点の一点の一点の一点の一点の一点の一点の一点の一点の一点の一点の一点の	は、このアー結び、一つでは、一つのアー・ストー・ストー・ストー・ストー・ストー・ストー・ストー・ストー・ストー・スト	のが記されている。これは、アールのでは、これでは、これには、これには、これには、これには、これには、これには、これには、これに
(5) 【位ジ方【時【	【· 決磁心焼果冷択 要手石方結】却図	りとは可能に石発の円の対。明制	筒()すのれ、	は、大火る、ランない。	画形上き アラー	自成5がルンツ・ジャン・コーク・コーク・コーク・コーク・コーク・コーク・コーク・コーク・コーク・コーク	れ、り、方ので	は、受力で表し、様々な、これでは、受力で表し、様々な、これである。	では、まず、食が、は、食が、食が、食が、食が、食が、食が、食が、食が、食が、食が、食が、食が、食が、	声・ルし配の石だ。	向磁し、石	対体も外生を	300で とす	いいい、以のにこっている。	子 日本部と ない こから この	まっついが特一状態 ロコカー・	であったラで物 にじょう カンと おりかり	加了向アすいのある。当時では	にいるでは、カードのアプラー・サーバー・カー・カー・カー・カー・カー・カー・カー・カー・カー・カー・カー・カー・カー	は、日間のラー・第二は、日本の一は、一般の中間のジー(焼き)、「「・・・・」、「・・・・」、「・・・・」、「・・・・」、「・・・・」、「・・・・」、「・・・・・・・・	は、し乃アの結合であっている。	の一部ラ、異しても対しては、これに
(5) 【位ジ方【時【	<ul><li>【決磁ル焼果冷択</li><li>要手石方結】却図</li><li>・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・</li></ul>	りとは可能に石発の円の対。明制	筒()すのれ、	は、大火る、ランない。	画形上き アラー	自成5がルンツ・ジャン・コーク・コーク・コーク・コーク・コーク・コーク・コーク・コーク・コーク・コーク	れ、り、方ので	は、受力で表し、様々な、これでは、受力で表し、様々な、これである。	では、まず、食が、は、食が、食が、食が、食が、食が、食が、食が、食が、食が、食が、食が、食が、食が、	声・ルし配の石だ。	向磁し、石	対体も外生を	300で とす	いいい、以のにこっている。	子 日本部と ない こから この	まっついが特一状態 ロコカー・	であったラで物 にじょう カンと おりかり	加了向アすいのある。当時では	にいるでは、カードのアプラー・サーバー・カー・カー・カー・カー・カー・カー・カー・カー・カー・カー・カー・カー・カー	1   1   1   1   1   1   1   1   1   1	は、心乃アニ結合・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	では、ラストのでは、これは、これのでは、これには、これには、これには、これには、これには、これには、これには、これに
(5.【位ジ方【時【7)解をア性効効選	【· 決磁心焼果冷択 要手石方結】却図	りと対して石発の円の対。明制	は簡(2)すのか。	が、状況を一つがない。	選手 (水)・デラー・ボー・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	自成5が、ルツ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	れ 8 0 方の	は、一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一	・ はび含満 結び コート・コープ 有に 破れる トット・コー	・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	向低し、石	対体も外生を対象を	30で 七 す	いいいのできない。	子の性的な 研究 ではる	は、自動などの影響をは、これでは、これでは、これでは、これでは、これでは、これでは、これでは、これで	きょうたう 微しに コー・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	地方向アす いっちょう 田子 ニュー	はにいるでは、当然の	1   1   1   1   1   1   1   1   1   1	は、心乃アニ結合・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	では、これのでは、これでは、これでは、これでは、これでは、これでは、これでは、これでは、これ

#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】

円筒状に形成さればラシアル方向に対応30 智以達備いた方向に配向した部位を被告体積 の 2 %酸配 5 0 %酸下含有し、磁石体积の残りの部位がラジアル方向乃至ラジアル方向に 配向したものであることを特徴とするラジアル異方性焼結磁石

(2)

【請求項 22]き、ニーロテーモ 円筒磁石用成形金型のロアの少な付とも一部の材質に飽和磁束密度5kG以生を有する強 磁性体を用い、金型キャビティ内に充填した磁石粉を水平磁場垂直成形法になり磁子 配向磁界を印加して成形することを特徴とするラジアル異方性焼結磁石の製造 【請求項3】 HO2K 21/14 FF 1 AIOH

水平磁場垂直成形で発生する磁場が10元を150回2 2 k O e であることを特徴とする請求項2 記載のラジアル異方性焼結磁石の製造方法。

特额2002-310880 (P2002-310880) 「Grin 出席人 000002045 [ 門筒磁石用成形金型の電子工作が整性体をトータルの展2,00,5000 日は100円に対する。 に且り少なくとも1つ以上配し、企業学生、など云、内に、充填した、磁石粉為垂直磁場垂直成形 法により破石粉に磁界を印加しで成形することを特徴とするラジ系収異方性焼結破荷の製 增额(2001-334)41 (P200, -3344)1) (74) 代理人 100[145] " こに優先権主張番号。 造方法。 . 护理士、直控 平成,3年10月31日 2/01、10、51)

【請求項5.】 円筒磁石用成形金型のコアの少なでとも「単部の材質に飽和磁束密度」等には、単発学 磁性体を用い、金型キャビディの高光填電を磁石粉を水光磁場延伸成形法により磁 配向磁界を到加して成形する正文原来り、ラジアル異方性磁石を製造庫る方法変ある変形 特爾2001-334443 (P2001-331445)[ 、華琳式会置磁性材料研究形成) ~(1) 記 不

(1) 磁場印加中、磁石粉を釜型周方面部所定角度回転で設局(目0)平8/効平 (1)学磁場印航後、磁電粉を整準層方向に所定角度回転させ、その後端で磁場を印動す

(iii) 磁場節加中、磁場発生コイルを磁石粉に対し金型周方向に所定角度回転させる 5年(発展の名称)ラミアル界の性機精磁管合及なその製造方法語のに認管ロータではモータ

(iv) 磁場印加後、磁場発生コイルを磁石粉に対し金型周方向に所定角度回転させ、そ の後再び磁場を印加する、

(v)磁場発生コイルを2対以上配置し、1対のコイルが磁場を印加した後、 対が磁場を印加する 方法。 主题黑色上

【請求項6】

充填磁行粉を回転させる際、コア、ダイス及びパンチのうち少なくとも1つを周方向に回 転させることで充塡磁石粉を回転せしめることを特徴とする請求項5記載のラ 性焼結磁石の製造方法。

【請求項7】

磁場印加後充填磁石粉を回転させる際、強磁性コア又は磁石粉の残留磁化の値が50G以 上であり、コアを周方向に回転させることで磁石粉を回転せしめることを特徴とする請求 項5記根のラジアル異方性焼結磁石の製造方法。

【請求項8】

水平磁場垂直成形工程で発生する磁場が、0.5~12k0eであることを特徴とする謂 求項5乃至7のいずれか1項記載のラジアル異方性磁石の製造方法。

【請求項9】

複 数 個 の ス テ ー タ 歯 を 有 す る モ ー タ に ラ ジ ア ル 異 方 性 円 筒 磁 石 を 組 み 込 ん で な る 永 久 磁 石 モータにおいて、前記円筒磁石が、円筒磁石用成形金型のコアの少なくとも一部の材質に 飽和磁東密度5kG以上を有する強磁性体を用い、金型キャビティ内に充填した磁石粉を 水平磁場乖直成形法により磁石粉に配向磁界を印加して成形作製されたラジアル異方性円 10

20

30

50

筒 磁 石 であって、 周 方 向 の 着 磁 極 数 が 2 m ; ( in は 2 以 上 5 0 以 下 の 正 の 整 数 ) ご個 の と き 、 この円筒磁伝と組み合わせるステータの歯数が3 m ( m は 2 以出 3\3 以下の正の整数) 個二 であり、"かつ2'n ≠ 3'm であるととを特徴とする周方向に多極に着磁した永久磁石モータ 【請求項(1)09】 こうかいたいだいよやしこと こうきょう きょりょくしょ ちょりりん アード 円筒磁石における周方向の着磁極数がk:( 'k'は'4以上の正の偶数) 個のとき、 この円筒磁 石と組み合わせるステータの歯数が3k・i/2(iは1以上の正の整数)個であること) その代表 リコスコンション しょうしょ アファダモ 一般場合 ロドちゅう 1円1切1削水 酷【 | 1円筒 磁程の N 極 と S 極 との境界が、 ラジアル方向に対し 3:0° 出以上傾いた方向に配向にた 10 部位の中央部に対し、行100°以内にあることを特徴とする請求項9又は1.0・記載の永久磁ー 石 電学夕。とり 生くくり 観光 しょく 野難 にく サガコ (大学 概念) 自衛 (教育) とり こうじょう (大学 ) こうこう (大学 ) こうこう (大学 ) こうしゅう (大学 ) こうじゅう (大学 ) こう (大学 ) こうじゅう (大学 ) こう (大 【論求項(1:2)】 カイッセーバ しけったねっぱつ しょじじょうくしん 向請 こりょりきゃねごき 門筒磁石のスキュー角度が門筒磁石の1極分の角度の1/10~2/3で、多極スキュー。 **着磁することを特徴とする請求項9乃至11のいずれか1項記載の永久磁石モータ。→・・)** ひょうじょうりゅの磁気重直なおえるいのしょ。ほイなじょり発生もた磁型医は無失端】 ステバー・タ 噛め スキュニ ((海角)度 が出)筒 破石 のは 極(分)の角(度の) 18/2015 07~2 2 // 3 のほぼにに 歯を もつごとを特徴とする離水項.9沙至!1:2のいずれかは項.記載の永久磁石モータ。中華電量。 いんか 配達させるための級場面には、以上のようにして快速してしまる。日保経験取職】 □ 水平磁場,垂;両域形で発,生;す。る)磁場を□0 . □5;→≥1;□2; k™0) e)とし、で域形した磁石を使用した。こ □ 20 とを精微と対る 請継項 9.乃 懿 173 のい ずれか江 頭配 載の 永久 磁箱 モニタ。ま っこ ュキラ ミニニ リイル語 田誠未常元で設定され、て異してて数の無点がよりまく程度である。[82-4 衝象機】 円筒、磁石、用成形。企型、の口、プラの少な、公とは一部の材質に飽和磁束密度は多は、G、以上を消する強い 磁性体を用い、金型キャビティ内に充填した磁石粉を水平磁場垂直成形法により磁石粉に。 配 向 磁 界 を 印 加 し て 成 形 作 製 さけれ、けこ れ を 多 極 着 磁 じけて 得 ら れ た ラ ジ ア ル 異 方 性 円 筒 磁 石 一 の複数個を軸方向に(2)段以上積み重ねてなることを特徴とする多段長尺多極消磁円筒磁石 こことがもできていいでは異ないないといまりますがありにいて 【請求項 1.61】 ..... 円筒磁瘤の組み重ね数絶対 ( i )は約以上,1/0以下の正の整数)/とするとき、各円筒磁石の ※配向機場方向と同一方向を 1×8.0 / ロップの角度だはずらして1.個積み重ねでなる請求項 1: 30 5 記載の多段授尺多機構磁円筒磁石口信急に対しては、1年時ではカラーではありませる。 【請求項目27月27日27日 としている これの確由やしいたりなみかにつけて自さに負担しては 多極着磁の極数をn(nは4以上50以下の濫の驚数)とするときに損み重ね数ipと極数 nとがi=n/2の関係にある請求項15又は16記載の多段長尺多極 辞磁円筒磁石ローニ 夕。1 5 6 年 强要从 自复营配 W 一直 制造技术的 人,这只要要求成功。 ( ) 【請求項18】 円筒磁石の外周而にn極の多極着磁を行うに際し、1極の角度を360/n゜とし、この』 角度の1/10~2/3の角度でスキュー 着磁されてなる請求項目5万至17のいずれか 1項記載の多段長尺多極着磁円筒磁石ロータ。 【請求項19】 請求項15万至18のいずれか1項記載の多段長尺多極着磁円筒磁石ロータを用いること。 を特徴とする永久磁石式モータ。 【発明の詳細な説明】 [ 0:0 0:1"] 【発明の属する技術分野】 本発明は、、ミッラ・ジア、ル/異方性焼結磁石及びラジアル異方性焼結磁石の製造方法に関する。。。ま た、本発明は、サーボモータ、スピンドルモータ等の同期式永久磁石モータ用円筒磁石ロ ータ及びこれを用いた永久磁石式モータの改良に関する。 [0002] 50 【従来の技術】

フェライトや希土類合金のような結晶磁気異方性材料を粉砕し、特定の磁場中でプレス成 形を行って作製される異方性磁石は、スピーカ、モータ、計測器、その他の電気機器等に 広く使用されている。ごのうち特にラジアル方向に異方性を有する磁石は、磁気特性に優 れ、自由な潜磁が可能であり、またセグメント磁石のような磁石固定用の補強の必要もな いため、ACサーボモータ、DCプラシレスモータ等に使用されている。特に近年はモー; タの高性能化にともない、艮尺のラジアル異方性磁石が求められてきた。 [0.00034] 4 350 46 46 13 • and the first of the second ラジアル配向を有する磁石は、垂直磁場垂直成形法又は後方押し出し法により製造される 。垂直磁場垂直成形法は、プレス方向より、コアを介して磁場を対抗方向から印加し、ラ ジアル配向を得ることを特徴とするものである。即ち、垂直磁場垂直成形法は、図った示 されるように、配向磁場コイル2において発生させた磁場をコア4及び5を介じて対抗さ せ、コアよりダイス3を通過し、成形機架台1を経て循環するような磁気回路にて、充填 磁石粉8をラジアル配向させるものである。なお、図中6は上パンチ、7は下パンチであ。) **る。** 医主义病医 医二甲二甲二甲二甲二甲二甲甲酚 ( ) 施工( ) 的复数自己恢复的 医主电关的 主题作品 【0004】 《达纳考点传》、《上》中、《广本主命传》的法与文学的诗句文字字书书题点 このように、この垂直磁場垂直成形装置において、コイルにより発生した磁界[はコア、ダー] イス、成形機架台、コアとなる磁路を形成させでいる。定の場合、磁場漏洩損失低下のたい め、磁路を形成する部分の材料には強磁性体を用い、主に鉄系金属が使われる高いがし、 磁石粉を配向させるための磁場強度は、以下のようにして決まってしまう。コア径をB() □ 磁石粉充填内径)。、Bダイス径をA'(磁石粉充填外径)、□磁石粉充填高さを150万元。足型下 20 コアを通過した磁束がコア中央でぶつがり対抗し、ダイスに至る。コアを通った磁束強は コアの飽和磁束密度で決定され、鉄製コアで磁束密度が20kG程度である。従って磁石。 粉充填的外径での配向磁場は、上下コアの通った磁束量を磁石粉充填部の内面積吸的外面: 積で割った地のとなり、対方重視をよれる部におかり自身の自由するとする際でした非常の資源 2 ・ ( 南州 ( B) / (20) ( 2 ) ・ (2 ) ( イ ・ ( イ ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) ・ ( A ) となる。外周での磁場は内周より小さいので、磁石粉充填部すべてにおいて良好な配向を 得るには、外周で10k0e以上必要であり、このため、10・B<sup>2</sup>/(A・(Li)) = 1:00 j となり、近000 で、 L' = B.2 / A どなる。成形体高さは充填粉の高さの約半分で、配機結時に - : 更に 8 割程度になるので、☆磁石の高さは非常に小さくなる。(このようにコアの飽和が配向 - - 30 磁界の強度を決定するためコア形状により配向可能な磁石の大きさ即ち高さが決患ってし まい、円筒軸方向に長尺品を製造することが困難であった。特に、径が小さな円筒磁石でご は非常に短尺品しが製造することができなかった。 [00005][00048][00048] また、後方押し出し法は設備が大掛かりで、歩留まりが悪く、安価な磁石を製造すること。 が困難であった。 医双侧性畸形 网络克里斯 医二甲基酚二甲酚 [0006] このようにラジアル異方性磁石は、いかなる方法においても製造が困難であり、安く大量・・ に製造することは更に難しく、ラジアル異方性磁石を用いたモータも非常にコストが高く なってしまうという不利があった。 [ 0 0 0 7 ] to the second of February 焼結磁石でラジアル異方性リング磁石を製造する場合、異方性化に伴い、焼結及び時効冷・ 却過程において、磁石のC軸方向とC軸垂直方向との線膨張係数の差により発生する応力。 が磁石の機械的強度より大きい場合、割れやクラックが発生し問題となる。このため、R... - Fe-B系焼結磁石では内外径比0.6以上の磁石形状でのみ製造が可能であった(日) 立金属技報Vol. 6、p33~36)。更に、R-(Fe, Co)-B系焼結磁石では 、 F e を ⑥ 換 した C o は 合 金 組 織 中 主 相 の 2 ー 1 4 ー 1 相 に 含 ま れ る だ け で な く 、 R リ ッ チ州中でRaCoを形成し、機械的強度を著しく低減する。 しかもキュリー温度が高いた め、冷却時のキュリー温度~室温間におけるC軸方向及びC軸垂直方向の熱膨張率変化量。

も大きくなり、割れ、クラックの発生原因である残留応力が増大する。このため R - (F

50

[001.3.]

e , C o ) := B.系ラジアル異方性リング磁石はC o の入らない R.- F.e - B 系磁石より更 に形状制限が厳しく、内外径比の。 9以上の形状でしか応安定した磁石生産が行えなかっこ た。また、Cフェライト磁石、ISmi一Co系磁石においても同じ理由により、割れ、クラッ クが発生し、安定性産できて心ない状態である。.. コードドニュー ハード・コード・コード ラジアル異方性化に催う焼結及び時効冷却過程で発生する割れ又はクラックの原因となる。 周方向の残留応力は、家フェライト磁石に関する K o o 1 s の 放討結果 ( F 、 K o o 1 s : Science of Ceramikes, (1.9,7.3), (1.9,7.3),  $(2.9.\pm4.5)$ 示され、式(1)のように表される。  $\sigma_{(\theta)} = \Delta^n(T) \Delta_n(\alpha) E(K)^2 \langle \gamma_{\mathcal{K}} \rangle \langle (1 - (K^2)) \gamma_{\mathcal{K}} \rangle \langle (K \beta_{(K)}, \eta)^K \rangle^{\frac{1}{n-1}} - K \beta_{(L)(K)} \eta^{\frac{n-K-1}{n-1}} \rangle - 1) \cdots$ Carlotte and the State of the Carlotte σ θ : 周方向の応力 - (1) ΔT: 温度差 Δα: 線膨張係数の差 (α | - α L) of the second second : 配向方向のヤング率 [ . H. . Latt ] : ヤング率の異方性比(Eユ/E‖) : 位置 ( r / 外径) :  $(1-\rho^{-1}+\kappa)/(1-\rho^{-2}\kappa)$ ( 1 A. S. W. E.) ρ: 内外径比(内径/外径) 化氯化 化铁铁矿 医龈膜 【 1 施 5 日 20 】 [0.009]上記式のうち、割れ又はクラックの原因に最も大きな影響を与える項は、Δα :線膨張係・・・・ 数の差 (α ‖ — α 丄)であり、フェライト磁石、 S m — C ο 系希土類磁石、 N d(= エfie = - ゚゚ ≒゚) B系希土類磁石では、結晶方向による熱膨張率の差(熱膨張異方性)。はキュリー温度より。 発現し、冷却時の温度低下により増大する。このとき、残留応力が磁石の機械強度以上と、。/ なり、割れに至る。 特的过敏用人名人名英格兰人名英西 [0010] 上記式による、配向方向と配向方向に垂直な方向における熱膨張の違いによる応力は、平円 筒磁石が、径方向にラジアル配向するがゆえに発生する。従って、一部がラジアル配向と 異なる配向を有する円筒磁石を製造すれば割れが発生することはない。。例えば、水平磁場 垂直成形法院よって作製された、四億軸に垂直な一方向に配向された門筒磁石は、エフェラ イト磁石、 S.m - Chol系希土類(磁石、) N. do- F. e (Coo) - B系希土類(磁石のどのタイプ の磁石においても割れることはない。 【001-11】[編文庫の編 世 、 [[2第一 四1 1] (図 6) できには、中年 、は御日の に藁ぐした 個々のラジアル異方性磁径を用いずとも用筒磁石に多極着磁が行え、磁束密度が高く、か つ極間における磁束密度のばらつきが小さければ、高性能の永久磁石モータ用の磁石とな りうる。水平磁場垂直成形法により円筒軸に垂直な一方向に配向させた磁石を、積磁のみ を多極にする心とにより、いう、泛アル農方性磁石を用いずに永久磁石モッタ用。問筒多極磁石 を作製する方法が提案されている(電気学会マグネティクス研究会資料MAG-8.5-1 20、1,9,85,0,0,水平破場垂直成形法により製造された、円筒軸に垂直な一方向に配向。 された破石(以下、径方向配向円筒破石と呼ぶ)は、プレス機のキャピティが許すかぎり の長尺化 (50 m m 以上) に加えて多連プレスが行えるので、1 度のプレスで多数個の成 形体が得られ、高価なラジアル異方性磁石の代わりに廉価にモータ用円筒磁石を供給する。。』 ことができる。これは、カストライン、これには、ロー・ロー・ロー・オストラインというには、 [ 0 0  $\log 2$  ] is given as N on  $\mathbb{R}^{n}$  . The second constant N is N and N and N is the first field of N . しかし、実際には水平磁場垂直成形法により作製された径方向配向の円筒磁石に多極着磁・ を行った磁石は、配向磁場方向近傍の極では磁束密度が高く、配向磁場方向に垂直な極で、 は磁束密度が小さいため、モータに組みモータを回転させると、極間の磁束密度のばらつ きを反映したトルクむらが生じてしまい、実用に耐えうるモータ用磁石とはいえなかった 医性多点 一直 网络生物

50

この課題を解決するために、特許文献上では、水平磁場垂直成形法によって作製された、 円筒軸に垂直な一方向に配向された円筒磁行における周方向の着磁極数が2m(mぱ コミムヒ り大きく50より小さい正の整数)個のとき、この円筒磁石と組み合わせるステータの腐い の数が3m(mは1より大きく33より小さい正の整数)質はとする提案がなされている。これ ている。また、特許文献3では、円筒軸に垂直な一方前に配向された円筒磁石で角度をず らして段積みすることでトルクむらを軽減する提案がなされている。 [0014] 李林春运 "我走线"上。 しかし、特許文献1~3とも、トルクむらば低減するものの、リング磁石内で径方向に配 向した部分が少なく、同じ磁気特性を有するラジアル磁石に対し、モータにした際のトー タルトルクが70%と小さく、実用化されていない。 [0015] 【特許文献1】 特開2000-116089 号公報 311 1 V 【特許文献2】 特開2000-116090号公報 【特許文献3】 特開2000-175387号公報 智利 法制护的 【非特許文献1】 [ 11 1 120 ] 【非特許支献2】[アー] 展展はでからないのできぬまたというののかりによっ F. Koro 网络斯尔Sic 协会的 体色 图像 假然C 医内部侧侧试验法 医原皮温温 医皮肤 通過 医多角腺的 上海省市 Vol. 3.71,以通**贷9.783**分4.06为299型4.5。10.2 万人人用用人工 海海福西田联会员 【非特許文献3】 **公平**11.年度 電気学会マグネティクス研究会資料 MAG 4.8 5)4 1/2 0.41 948/50 7 数 3 14 15 45 5 6 7 数 3 14 15 45 5 6 7 数 3 14 15 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 化化原铂矿 化多 【発明が解決しようとする課題】にもしましてきまればはましまするとは高されるようのでした。 従らて、本発明の第 達の目的は小内外径比の小さな形状においても焼結及び時効冷却時の一/30 / 割れ、クラッグのない優れた磁石特性を有するラジアル異方性焼縄磁石を提供するごとに シーニ 网络泰尔生香泰科杰 化二化甘油 ある。 また、本発明の第2の目的は、多連、長尺品が容易に生産可能で、高性能の永久磁石モーニー) タを安価に実現するごどができるラジアル異方性焼結磁行の製造方法が提供するごとにあった。 コナける飯主とりのは「ごひきかからければ」。は当年の本久観でも、 キザのあたにここ 本発明の第/300目的は、宝安価でがつ高性能の永久機石モニタを提供するごとにある。ピノ゚ 本発明の第4の目的は、トラジアル異方性磁石を用いずども多極着磁が行え、。磁束密度が高速・・・ く、かつ極間の磁束密度のばらづきが小さく、モーダに組み込み廊帳させだとき、高トル クでかつトルグむらを生じるごとのない、廉価で大量生産可能な多段長尺多極着磁円簡磁 石垣 一夕及びこれを用いた永久磁荷式モータを提供するごとにある。 こうご 【00107-]随时在12711年中十二年6月日出入了公野区内12911 【課題を解決するための手段及び発明の実施の形態】 本発明は第1の目的を達成するため、円筒状に形成され、ラジアル方向に対し30°以上 傾いた方向に配向した部位を磁石体積の2%以上50%以下含有し、磁石体積の残りの部 位がラジアル方向乃至ラジアル方向に対する傾きが30°未満に配向したものであるごと を特徴とするラジアル異方性焼結磁石を提供する。また、かかる磁石を得る方法として、 円筒磁石用成形金型のコアの少なくとも一部の材質に飽和磁束密度 5 k G 以上を有する強 磁性体を用い、金型キャビティ内に充填した磁石粉を水平磁場垂直成形法により磁石粉に 配向磁界を印加して成形することを特徴とするラジアル異方性焼結磁石の製造方法を提供 する。この場合、水平磁場垂直成形で発生する磁場が0.5~12k0eであることがが

ましい。更に、本発明は、円筒磁石用成形金型のダイス材に非磁性体をトータル角度20. ゜以上180°以下の領域に亘り少なくとも1つ以上配し、金型キャピティ内に充填した。 磁石粉を垂直磁場垂直成形法により磁石粉に磁界を印加して成形することを特徴とするラ ジアル異方性焼結磁石の製造方法を提供する。 こうしょう ニュー・ニュー [ 0 0 158] N. W. C. C. J. C. S. S. M. G. C. J. C. C. S. C. M. C. S. C. C. C. S. C. C. C. S. C. C. S. C. C. C. S. C. S. C. C. S. C. C. S. C. C. S. C. S. C. S. C. S. C. S. C. C. S. C. S 即ち、本発明者らは、上記目的を達成するために鋭意努力を重ねた結果、門筒磁石の径方 向への配向を、全体的にラジアル配向としい一部分意図的に乱すことで、焼結・時効時の 冷却過程において、割れ・クラックの発生のない安定した生産を実現でき、尚且つモータ - に組み込んだ際、大きなトルクを得ることができることを見出したものである。 - 。 [(0 0 1 9 ] 10 1 本発明によれば、磁場が均量で内外径比の小さな形状においても、焼結及び時効冷却時の二 割れ、クラックのない、優れた磁石特性を有するR-Fe(Co)-B系ラジアル異方性 焼結 磁 石 を 安 定 し て 生 産 で き 、 こ れ は AC サ ー ボ モ ー タ 、 DC ブ ラ シ レ ス モ ー タ 、 ズピー カ用磁石等の高性能化ぶハイパワ共化電小型化等に有用であり、特に、自動運用スロットに至っ ルバルブ等に使用される径方向 2 極着磁磁石の生産においても有効であり、性能の優れた 🗄 🗦 🧻 同期式磁石モータ用円筒磁石を安価かつ大量に供給するにとができる。: ユニュー・ニュー また、本発明はご第2の目的を達成するため、景円筒磁石用成形金製のコアの少なぐとも一次に た磁石粉を水平磁場垂直成形法により磁石粉に配向磁界を印加して成形することにより、※ : 20 (i)磁場印加重の磁荷粉を金型周方向に所定角度回転させる。※: こうさつおいし コー (ii)磁場印加後の磁石粉を金型周方向に所定角度回転させ、その後再び磁場を印加す: 1.5 る。これですことがあります。 へんせいし こにく 改良力 参照す 終日 節履 ひょうなんしょ (iii) 磁場印加中、磁場発生コイルを磁石粉に対し金型周方向に所定角度回転させる。 (iv)磁場印加後点磁場発生コイルを磁石粉に対じ金型間方向に所定角度回転させ、そーニー の後再び磁場を印加する、1975年に施出をデナルタンまたのは、さとってといったと ( v ) 磁場発生コイルを 2 対以上配置しま 1 対のコイルが磁場を印加した後に別のコイルとでし 対が磁場を印加する の 操 作 の う ち 少 な く と も … の 操 作 を 行 う こ と を 特 徴 と す る ラ ジ ア ル 異 方 性 磁 石 の 製 造 方 法 を提供する。ここで、充填磁石粉を回転させる際。デコア、ダイス及びパンチのうち少なく。 とも1つを周方向に回転させることで充填磁石粉を回転せしめることができる。また、磁 場印加後充填磁石粉を圓藍させる際、強磁性コア又は磁石粉の残留磁化の値が50G以上 であり、コアを周方向に回転させることで磁石粉を回転せしめることができる。この場合: 、水平磁場垂直成形工程で発生する磁場が 0 . ^ 5 ~ 1 2 k 0 e であることが好ましい。 [0021]この第2の発明によれば、生産性が低く高価なラジアル異方性磁石を用いずに、多運、艮 尺品が容易に生産可能で、磁場が均一で安価で大量に安定して供給できる、水平磁場垂直 成形法で製造される径方向配向円筒磁石を用いて高性能の永久磁行モータを実現すること ができごACザーボモータジDCブラシレスモータ等の高性能モータの低価格化に有用で ある。 本発明は、第3の目的を達成するため、複数個のステータ歯を有するモータにラジアル異 方性 円筒 磁 石 を 組 み 込 ん で な る 永 久 磁 石 モ 一 タ に お い て 、 前 記 円 筒 磁 石 が 、 円 筒 磁 石 用 成 形金型のコアの少なくとも一部の材質に飽和磁束密度5kG以上を有する強磁性体を用い 、 金 型キャビティ内に 充填 した 磁石粉を 水平磁場 垂直成形法により磁石粉に配向 磁界を印 加して成形作製されたラジアル異方性円筒磁石であって、周方向の着磁極数が2n(nは 2以上50以下の正の整数)個のとき、この円筒磁石と組み合わせるステータの歯数が3 m(mは2以上33以下の正の整数)個であり、かつ2n≠3mであることを特徴とする

周方向に多極に辞做した永久做石モータを提供する。この場合、円筒做石における周方向 の 脅 磁 極 数 が k ( k は 4 以上の正の偶数)。側のとき、この円筒磁石と組み合わせるステー タの歯数が3k゚・ 戸/2( iは 1:以上の正の整数)個であることが好ましく、また、円筒 🖰 磁石のN魎とS極との境界がラジアル方向に対し30°以上傾いた方向に配向した部位の 中央部に対し、10°以内にあることが好ましい。更に、円筒磁石のスキュー角度が円筒。・; 磁石の1極分の角度の1/10~2/3で、多極スキュー着磁するのが好ましく、特にス テータ 歯のスキュー角度が円筒磁石の1極分の角度の1/10~2/3のスキュー歯をも つことが好ましい。また、更に水平磁場垂直成形で発生する磁場を 0. 5~12 k 0 e と しょ して成形した磁石を使用するごどが好ましい。メロジーエルコン・アー [0023]本発明によれば、受性能の優れた同期式磁石モータに用いる円筒磁石を、特に長尺でかつ廉。 価で大量に供給することができる。ハー・スクランスがリジャーは高い、アンプ [0024] 47, 604 本発明は、第4の目的を達成するだめ、円筒磁石用成形金型のコアの少なくとも一部の材 。 質に飽和磁束密度 5 kg以上を有する強磁性体を用い、金型ギャビティ内に充填した磁石 粉を水平磁場垂直成形法により磁石粉に配向磁界を印加しで成形作製され、これを多極着。 磁して得られたラジアル異方性円筒磁石の複数個を軸方向に2段以上積み重ねてなること :::: を特徴とする多段長尺多極着磁円筒磁石口ニタを提供する。この場合に円筒磁石の積み重 ね数を fi(生は2 以上 1:0 以下の正の整数))と前るとき、1各円筒磁石の配向磁場方向と同日・・ 一方向を180//1%の角度だけずらじで国儡観み重ねることが好ましく。事また主多極籍 20 磁の極数をn(nは4以上50以下の正の整数)とするどき、目積み重ね数寸と極数mとが i=n/2の関係にあることが好ましい。④更応、鬥勵做石の外周面にが極の多極着磁を行 うに際し、マニ゚トト極の)角度を 3:6:0 / ni º/とし、ジニンの角度の(1 / 1:0 ~ 2 / 3iの角度でスキュー 一 着 磁 さ れ て な る こ と が 好 ま し い 。 本 発 明 は 、 上 記 多 段 長 尺 多 極 着 磁 円 筒 磁 石 ロ ー タ を 用 いた永久磁石式モデタをも提供するほう。ヒュは10~@テェニュニンスカット申見正はキュニ [0025] 即ち、上記構成とするごとにより、極間の磁束密度のばらつきを大きぐ軽減し、低高トルクティー でトルクむらのないスムーズな回転を実現できるモータ用磁石、即ち、多段長尺多極着磁力。 円筒磁石ロータ及びされを用いた永久磁石式モータの製造を可能としたものである計画。 [0026]1 1 (4) Phys. 14 (4) 30 (7) 以下、本発明につき更に詳しぐ説明する。(チェニュー)(音)。 The Arman Company of the Company of 本発明に係るラジアル異方性焼結磁石は、円筒磁石であって、金体的にはラジアル方向( ・・・ 径方向 沪に配向され、但し、磁石体积の 2:%以上 5:0.%以下の部位がラジアル方向に対し 【002万計 日本 日本 在 大大 在 医 株 自 伊藤 海 南部 主義 日本 自 大 株 不 徳 海 自命 海 自命 田 自立 自立 本発明のラジアル 異方性 焼 結 磁 石 は … ご の よ う に ラ ジ ア ル 方 向 に 対 し 3 0 ~ 9 0 ゜ 傾 い た 方向に配向された部位が磁石体積の2~50%であるものである。 [OO28] profession (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990) (1990 即ち、上述した式(1)で示される応力は、経方向にラジアル配向した周方向への連続体 、つまり、円筒破石であるがゆえに発生する。従って、一部分連続的な配向が阻害されれ、40。 ば 応 力 は 滅 少 す る 。 ぞ 章 で 、 ラ ジ ア ル 方 向 に 対 し 3 0 ° 以 上 傾 い た 方 向 に 配 向 し た 部 位 を 磁石体積の2%以上50%以下含有せしめることにより、割れずに生産できる磁石である 。30°以上傾いた部分が2%より小さい場合、割れを防ぐ効果が小さく、30°以上傾 いた部分が50%より多い場合は、モータ用ロータとした際のトルク不足を招き実用的で ない。より好ましぐは30°以上傾いた部分を5~40%、更に好ましくは10~40%・ 含有することがよい。 [0029]なお、残りの磁石体積部位、即ち50~98%、より好ましくは60~95%の磁石体積 の部分は、ラジアル方向乃至ラジアル方向に対する傾きが30°未満であるように配向せ しめられているものである。 50

with the property of the section of [ 0. 0.13: 0 ] 図1は、円筒破石の成形時、破場中配向を行うための水平破場垂直成形装置の説明図であ り、「粽にモータ用磁石の水平磁場垂直成形装置である。」ここで、図2の場合と同様、1は 成形機架台、2は配向磁場コイル、3はダイスを示し、また5aぱコアを示す。6は上パ ンチ、「スーは、トラタ゚ンンチ、、゚8 は、充 填 磁 石 粉 であり、゙また、タリは ポール ピース を 示す。。゚゚゚゚゚ 本発明においては、吐記コア 5 a の少なくとも一部、好ましくは全体を飽和磁東密度 5 k: G以上、好ましくは 5 ~ 2 4 k G、更に好ましくは 1 0 ~ 2 4 k Gの強磁性体にて形成す る。 か か る ロ ア 材 質 と し て は 、 F' e 系 材 料 、' C o 系 材 料 及 び そ れ ら の 合 金 材 料 等 の 素 材 を 用いた監磁性体が挙げられる。これは、アメリア、フォールル、中国でもガロール、コーロー このように、飽和磁束密度5kG以上有する強磁性体をコアに使用すると、磁石粉に配向 磁界を印加する場合、磁束は強磁性体に垂直に入ろうとするためラジアルに近い磁力線を「 描く。従って、図3 aki 示されるように、磁石粉充填部の磁界方向をラジアル配向に近づ けることができる。これに対し、従来は中で 5%を体を非磁性又は磁石粉と同等の飽和磁 東密度を有した材料を用いており、この場合、磁力線は図3吋に示したよらに、互いに平し 行で、図はおりがで中央対近はラジアル方向であるが、独し側及び下側に向りだったではイルー による配向磁場方向となる。コアを強磁性体で形成してもコケの飽和磁束密度が5、kg末り 満の場合は対応は容易に飽和してしまい、強磁性対応を用いたに割がかわらず、磁場は図 113 b に近い状態となる。加えて、5 k G 未満では充填磁行粉の飽和密度(磁石の飽和磁块 120 密度×充填率)と等しやなり、充填磁名粉及び強磁性コア内での磁集が防向はコネルの磁 界方向に等しくなって心まう。この風が異点としる工具が埋き入れば幽にあい、き段級と [0033] また、コブの一部にちょう以上の強磁性体を用いた際も止記と同様な効果が得られ有効で あるが、全体が強磁性体であることが好ましい。一部(中央部)が強磁性体及び外周部が 弱い 強 磁 性 体 ( W C - N i - C゚o゚系)で ある 一 例 を 図 4 に 示す。 図 4 においで、 5・a ' は 弱い強磁性体超硬合。金部にははパピメンジ短ールを示す。これでは、自由に自己には [0034] 上記方法に唸ると、四筒磁石内の径方向でのラジアル配向に対する乱れは巨配向磁場方向 『に垂直な部分のみの配向の乱れとなるため、着磁後、各極の磁束異減少はわずかに抑える ことができ、モータのドルクむら及びトルク劣化のないモータロータ州円筒磁石を製造す 医萨马尔 医克朗克氏管角部丛 ることができる。 化基础 计二进步表 电自由运动器 Part of War to the part to [0]035] また、上記のように成形を行う際、水平磁場垂直成形装置で発生する磁場は 0 ミード5゚~゚1゚2゚ k O e であることが好ましい。このように水平磁場垂直成形装置で発生する磁場を定めた。 理由としては、磁場が大きい場合、図3aのコア5aが飽和してしまい、図3bに近い状 態になり海門簡磁石の磁場垂直方向での配向がラジアル配向とはならなぐなるだめ、磁場。 は 1-2 k'Ore 以下が好ましい。強磁性コアを用いると磁束がコアに集中するため、コア周: 辺では、コネルによる磁場より大きな磁場が得られる。心かし、磁場があまりがさいと、 「コア周辺においでも配向に十分な磁場が得られなくなるだめ、□0:●50kPO e 以上が好まし い。前述のように強磁性体周辺では磁束が集まり、磁場が大きくなるため、にこでいう水 平磁場垂直成形装置で発生する磁場とは、強磁性体から十分に離れた場所における磁場又 は強磁性コアを取り除いて測定したときの磁場の値を意味する。従って、更に好味しくは 选择原达解散 医硬色 挂头 重重不少 医二十二烷 1~1'0 kl O/e であることがよい。 A REPORT OF THE SECOND \* in ( ) [0.0.3.6]

図5は垂直磁場垂直成形装置におけるラジアル円筒破石用成形金型のダイス材に非磁性体

更に、本発明においては、図2に示したような垂直磁場垂直成形装置において、円筒磁石 用成形金型のダイス材に非磁性体をトータル角度20°以上180°以下、特に30~1

20°の領域に亘り少なくとも1つ以上配することが好ましい。

[0037]

Market Company

50

(例えば非磁性超硬材等) Ι 0 を、角度 θ = 3 0°の領域(ダイス円筒 3 6 0°のうち 3 ) 0°にあたる領域)で対称に2個配した垂直磁場垂直成形装置を示す。なお、非磁性体近 傍の磁力線は強磁性体に向かって曲げられる。特に非磁性体と強磁性体の境に存在する強 磁性体工ッジの方向に曲切られる。磁石粉は曲切られた磁力線の方向に配向するため、水。 める磁石が得られる。心のときの非磁性体配置角度が2.0°未満であると磁力線が開げら れる効果が小さく、加えて配向方向が径方向に対し30°以上傾いた領域が少なくなり、こ 割れを抑える効果が小さい。また、11.80°より大きい場合はラジアル配向が阻害され、 この場合、図5においで、1は成形機架台、3はダイス、4はコア、8は充填磁石粉であ ることは、図2の場合と同様である。また、ダイス3における上記非磁性体(1・0)以外の材 10 質は、5kG以上の強磁性体にて形成する。更に、コア材は10kG以上の強磁性体にて、 形成することができる。これは、これは、これは、これは、 ところで、金型のコア 5 sa の少な水とも一部、好ましくは全体を飽和磁束密度 5 k G以上 の強磁性体で形成してお記のように水平磁場垂直成形を行う場合、なお、この方法では、 コイルによる配向磁場方向に対し、9、0。こである方向では、ラジアル配向とならない場合が、 ある。磁場中に強風性体がある場合。磁束は強風性体に垂直に入ろうとし強磁性体に引き 寄せられるため、強磁性体の磁場方向而では磁束密度が上昇し、垂直方向では磁束密度が 低下するよってのため、企型内に強硬性コアを配した場合、充填破石粉において強磁性コア 35の磁場が向部では強い磁場には必要好な配向が得られ、垂直方向部ではあまり配向しない。20 。これを補うために破石粉をコイルによる発生破場に対し相対的に回転させ、不完全配向これ 部を磁場方向の強い磁場部で再度配向することで良好な磁石が得られる。 サッパアリカルト ここでは、磁石粉をコーイルによる発生、磁場に対し、相対的に回転させるが法としてはい下記。 · 以於一条中部級中央。至二十二次中国集工的。 部一日中国、新聞政府等及(Ove) (5-1) (ii) 磁場印刷中、G磁石粉を金型周が向に所定角度回転させる。 コン カーコン 変更した (ii) 磁場印加後、磁石粉を企型周方向に所定角度回転させ、その後再び磁場を印加す。 (i,i,i,i)。磁場和加中、磁場発生コイルを磁石粉に対し金型周方向に所定角度回転させる。 る、 (i)v)x磁場印加後、磁場発生コイルを磁石粉に対し金型周方向に所定角度回転させ、そ (v) 磁場発生コイルを 2 対以上配置し、 1 対のコイルが磁場を印加した後、別のコイル の後再び磁場を印加する、 对が磁場を印加する(3%) さい 「質」、リストロッパ、ロース・スージ、ロース・ファージング・ストラー の操作のうち少なくとも一の操作を一回又は繰り返して複数回行うものである。 [0.0.4.0]的重要的,是一个是不是不是不是一个人的。 なお、発展磁石粉の回転については、図6で示すように磁石粉をコネルによる発生磁場方 向に対し、相対的に同梱できれば、コイル2、コア、5 a、ダイス3、パシチ6、7 のかず。」 れかを回転させてもよい。このうち特に、、破場印加後、充填磁石粉を回転させる際、強磁 。性コア又は、磁石粉の残留磁化を 5½0 G以上、特に 2 0½0 G以上存在させておけば、磁石粉 40 は強磁性コアとの間に磁気的な吸引力が発生するため、強磁性コアを回転させるだけで磁 [0] 0:4 14] 短点性 "多一点,这样更多更有些更强的人。""一点,我们就要不能会是这样 回転角度については適宜選定されるが、当初の位置を 0 ° とした場合、好ましくは。1:0 ~ ; 170°、特に60~120°の範囲、典型的には90°前後で、磁場印加中に回転させ、 る場合は、徐々に所定角度回転させ、磁場印加後に回転させる場合は、所定角度回転させ た後に再度磁場を印加するものである。 本発明は、上記のように成形するものであるが、それ以外は通常の垂直成形法により、磁石 粉に配向磁界を印加して、一般的な成形圧 0.5~2.0 t/cm²で成形し、更に焼結

、時効処理、加工処理等を施し、焼結磁石を得ることができる。 [0,0,4-3,], (0,0,4-3,), (0,0,0) なお、磁石粉としては、特に制限されるものではなく、 N d - F, e - B系の円筒磁石を製: 造する場合に好適であるほか、フェライト磁伝、 S m – C o 系希上類磁石、路積ポント磁 石等の製造においても有効であるが、いずれも平均粒径 O. 1 ~ 1 O O μ m 、特に Oz. ≥3、 ~50μmの合金粉を用いて成形するものである。  $[0,0,4,4,]_{23}$ - マンコンデカー 1985年 マンバー The second of the second of the second of the 本発則においては、このようにして得られた円筒磁石に対し、タセモの外周面を多極着磁する。 。 5点でで、小圏ボは、着機機、2,2 を用いて門筒磁石 2.1.の着磁を行う様形を示している。な お、符段,2.3/は着風機磁極歯であり、。符号,2/4 は着磁機コイルである。バー、バーディー。 ※ 10 [0045]各个分类的复数 人名英格兰人姓氏格兰 本発明による水平磁場垂直成形にて製造されるラジアルライクな径方向配向円筒磁石を図) 7 の着、磁、機にで 6.極着、磁を行った際の表面磁束密度を図 1: 1:に示点。また、、図 1:2:は従来。 の製法で作られた後が印刷向用筒磁石に図7、の着磁機により、6、極着磁を行った際の表面磁・ 東密度図である。、従来の水平磁場垂直成形法により径方向配向円筒磁石を作製し、配向磁一 場方向;が N:, 、、S:槭, Ł:なる よう, に, 6、槭, 着, 磁, を, 行, う, と、一配向, 方向;の, A・, ・・D, で は,表, 面磁.來,器.度.が 大きく、協配向方向と 9:0。『『の角度を海す方向。何近い。B、《『C』、『Ess 高層の配向方向では小さな』、 表面磁束消磨をなる。こそれは効りか、公同じ角度輪を持つ着磁機関を引いて消滅を行ったにし、 も かかわら ず、、、着 磁幅、は、方。向、に、よ。。ヴ、大 き メ、。異 な-る。。 ; ニ、れ に、対・し、、゙ィ本、発:明、品、で は。、 。 B、、 。, C 、、 ; 。 ・ 。 - E、Fのピーク値において上,異がみられ、(表面磁束が,0,となるとにろで,の,着磁幅もほぼー 20 定とは高る。テしかも、高表、風。磁化が、水場上、ケの、低、間。で、A、、、D、に比べ、B、、中C、、原比、、F、Rは高がかった。こ 形状となっている。磁束量はピーク面積が大きいほど大きいので、 A 、 D に比べ B 、 C 、。 a E、Fは小さくなってしまう。各極間における磁束量のばらつきはモータに組みにまれた。 際の回、転むらになり、高振動、 / 騒音の原因となる。 (従っ)て、、この各、極間の磁楽量のばらつき、 を低減することで、むらの無いる仏で、ないのがない事が行える。これではないというには、これで 図 1点0 は、病9;側のステに多慮(スティタティテスク)を復する3.規モニタの光面図を示した。 ものである。」3.組モータ。3.0.は、α、៳βε、γμのステータ、繭 3.1.が,αξελβες ογの順に配列し、 👵 その配線がステニタ繭をコイル状に巻きながらつながり、jU(, ) V 、W 相比してモータの入っ 亩力線となる。このU、Ⅴ、₩、梱、促、電流、透流しでコポル3.2.に磁場を発生させ、コイルによ 30 る磁場と円筒磁石21との間に働く斥力及び引力によりモータは回転する。Uー(V、Vー、) W、WーUはそれぞれ総ステータ歯数の1/23の数の歯を調っており、UーVに電流が流っ れるとステータコスのαより磁場が発せられ、同様にWeb Wによりβ、Web U によりw に。 それぞれ、磁場が発生する。。図 1:0は、ほのような歯数9個のスポータを消する3.相モーター に、6個に潜滅を行った経方向配向門筒磁石21を組み込んだものである。なお、図中3 【0.014:7】次次次选品加速与2点的和价,大量数率2的数据的工人。在中国成立工作。2011 図 中に おいで、 (U ー-V\_ ('a') が磁石の 極の 中心に 危潰し、 ミモータトル 久の ピニク となる。 🖂 この際。 U – V。( a ) 点と作用し、回転力を生じる極はA、( C 、 E 極であり、 A 極は配向磁 ·場方向極であり、磁東量が大きく、、C及びEは配向磁場方向とはずれた角度に位置する極。 40 であり、磁束量は小さい。次に、磁石が回転し、U – V (α)に D 、 F 、 B 極が近づく。。) D極は、配向磁場、方向の極であり、磁束量が大きく、、F及びBは配向磁場方向とはずれた角。 度に位置する極であり、磁束量は小さい。しかし、磁石極数6の3/2倍のの個の歯を有止 するがために、gUーV(α)のコイルに鎖交する磁束量はA、C、E層の合わせたものと D、F、 B:極分合わせたものでは滞に等しくなる。この関係は V:- W;(β)、W:- U;(γ )においても同様である。この場合、、円筒磁石における着磁極数が k :( k は 4 以計の正の 偶数)個のとき、この円筒磁石と組み合わせるステータの歯数が3k・i/2(iは1以 -上の正の整数)個であることがよく、特に上記のように、磁石の極とモータのステータの。 歯数の組み合わせを磁石極数 k = 6、歯数 3 k・ j / 2 = 9 ( k = 6 、 j = 1 ) の組み合 わせとすることで、磁石に配向磁場方向の極と配向磁場方向からずれた極が存在し、磁束 50

50

タを得ることができる。なお、kは好ましくは50以下、更に好ましくは40以下の偶数; であり、「は好ましくは10以下、更に好ましくは5以下の整数である。極数下が多くな りすぎると、1 極の幅が小さくなり、配向磁場方向に垂直方向では極が明確にならない場 しょぎたん とうじ キンむほうた関わり 合がある。 [0048]このうち磁石極数2n(nは2以上50以下の正の整数)に対し、ステータ歯数を3m( mは2以上3、3、以下の正の整数)とした際に、常に上記関係が維持され、回転むらのない モータを得ることができる。但し、2n≠3mである。特に、径方向配向円筒磁石に多極 着磁を行い、ステータ顕数を着磁極数の3 n.倍としたものは、特に回転むらのない優れた 10 モータ特性を有するモータを生産できる。 [0004190][0004190] 本発明に係る円筒磁石に多極着磁を行ったものは、ラジアル異方性リング磁石に多極着磁 を行った場合に比べ、極間付近の着磁性及び磁気特性が低いので磁束密度の極間部の変化 が滑らかであり、モーダのコギングトルクは小さいが、スキュー海磁文はステータ歯にス キューを施す心とで、更にコギングトルクを低減するにとめできる。円筒磁石及びステー 夕歯のスキュー角度が、円筒磁石1極分の角度の1/10未満であるとスキュー着磁によ るコギングドルク低下の効果が小さく、門筒磁石工極分の角度の2/3より大きいとモー タのトルタの低下が大きぐなるため、スキュー角度は四筒磁石上極分の病度のエノ 1 0 ~ \*\*2/3の角度が好ましく、特に1/10~2/5の角度が好ましい。\*\*\*\* なお、本発明の永久磁石モータは、上記した構成とする以外は、公知の構成として製造し 得る。といけれて、はローア、テロロエスとものできる資金で、日本は年齢 [0.05.5] 三年身の自己的心枢集協会のはは問題者 デューにくさきんだける この場合、図7は円筒磁石の配向方向を図8に対し9つで回転させて着磁を行ったものでご あるが、図9に示されるように、円筒磁石のN橛とS極の境界がラジアル方向に対し主3。 0°以上傾いた方向に配向した部位の中央部40に対し、±10°以内にあることが好まり しい。そして、このように設定したN極とSをとの境界から周方向に互いに等間隔ずつ離じ 間してN極とS横との境界を設けるように、周方向に多極に着磁することが好ましい。一 方、図8による着磁に比べ、図7による着磁は、ラジアル方向がらずれた部位を重極に片 ・側2極ずつ)で分担するため、コギングが少なく、ドルグが里昇する。 リュー 【0 0/5 1】 (1 ) 多 1 ) 医 1 ) 医 2 ) 医 2 ) 医 2 ) 2 (1 ) 2 (2 ) 2 (3 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) 2 (4 ) また、図8は、円筒磁石の配向方向を図りに対して90°回転させて着磁を行う様子を示し す着磁模式図である。図7に対して配向方向を90。回転させて6極着磁を行った図8に 示されるものは、配向磁場方向付近のB、C、E、F極がらは比較的大きな磁量量が得ら れ、A、D槭の配向方向に垂直な方向の部分では磁束量は小さくなる。図 7 及び8 だて着 磁した磁石を2段積みして90°ずらして着磁してモータ用ロータ磁石とすると、図7で 稿 磁 した 大 き な 磁 束 羆 の A 、 D が 図 8 で 着 磁 した 場 合 は 少 な い 磁 束 圍 と な る た め 、 合 わ せ 「 ると図7での着磁ではやや小さな磁束量であるが、図8での着磁では比較的大きな磁束量 が得られるB、C、E、F極とほぼ同じ磁束量となる。このため、各極間の磁束量のばら 一つきを低減することで、むらの無いスムーズな回転が行える。 [0052] 同様に、水平破場垂直成形装置にで製造されるラジアルライクな配向を有する円筒磁石を 輪切りして円筒 軸方向に2等分割し、一方に対しもう片方を徐々に回転させで段積みを行 い、はじめは図7の配置で着破されるが、徐々に向きが変わり、900回転後は図8の配 置での着磁となる。これを次々に90°まで回転させて段積みし、その後着磁をしていく と、A、D極では回転角が増えるにつれ徐々に総磁束量が減少し、B、C、F、F極では 総磁束量は増加する。 [0053]

このように該成形機にて製造されるラジアルライクな径方向配向円筒磁石を、軸方向に 2 段以上積み重ねて多極着磁を行うことにより、各極間の磁束量のばらつきを低減すること

ができ、モータとして用いた際のトルクむらを抑えることができる。なお、積層数の上限 は特に制限はないが、1.0段程度が好ましい。 The second section 分割した磁石の配向方向を相対的に所定の角度回転させで多段(2段以上)積みして多極。 着磁することにより、配向方向とこれに垂直な方向との磁束蚤のばらつきを均一化し、極 間の磁束量の減らつきを低減させるむとができる。このとき、積み重ねる各磁石の配向方 向を180/i°(iは積み、重ね数)。だけ角度をずらして積み重ね、多極着磁を行うこと が好ましい。 [0055] 化表类化硫族类 人名格特尔 医二二氏性乳毒 医二种网络髓线病 化原 また、分割数は配向方向を各極に均一に分布させるために、 i = n / 2 段 ( n は極数): と 10 : することで、配向方向の磁束黨の多い部分と、これに垂直な方向で磁東戰の少ない部分と同 をそれぞれ,各種に均った。分布でき、、っこれを、1:8:0./ i \*\*。たけ角度をずらして積み重ね、30多・・・・ 極着磁することで各極の総磁束鍛を等しくすることができる。 ヽ゠ヽ゠゠ゖゖゖゖ゠゠゠ゖゖ [0056] なお、 n は 4 ~ 5 0 の正の整数で、 n が多くなると着磁極間が狭くなり、十分な着磁が困 難となるので、nは特に  $4 \sim 3.0$  が好ましい。 / 1 - 100 0 また、iは2~10の正の整数では上が大きく積み重ね数が多くなると、二文学が高くなど るので、特に2~6が好ましい。 [0.058] 水平磁場垂直成形装置により一方向異方性を有する円筒磁石に多極着磁を行ったものは、ローロー ラ ジ ア ル 異 方 性 リ ン グ 磁 石 に 多 極 着 磁 を 行 っ た 場 合 に 比 べ 、 極 間 付 近 の 着 磁 性 及 び 磁 気 特: 🖟 👚 性が低いので磁束密度の極間部の変化が滑らかであり、って 患タのコギングトルクは小さい。ョー 。 なお、論磁石をスス キュー 着:磁するか、 ス。テントー タ)歯(にス)キュ)ーを/施す。ごとで、更に;ユギングト 、 . . . 。 [0059] スキュー角度は、磁石ステータともに磁石1極分(360/n゚)の角度の1/10以下: ※ ፣ であると、ションスネキョュ 一着 做による。コギルグトルク低下の効果が小さく、、2/43:より大きいと ※※ 、モータのトルクの低下が大きくなるため、スキュー角は、磁流工極分の角度の1/10 ~2/3の角度が好ましい。 · ( + i) 30 } 1 33 1 [0060] 本発明の永久磁石式モニッタは、例えば図4:00に示したように、モータ、特に複数個のステニュ ー タ 爾 を 有 する モ ー タ に 中 一 タ と し で 上 記 の 多 段 長 尺 多 極 着 磁 門 筒 磁 石 ロ ー タ を 組 み 込 め … ばよく、トラトラルロルの場合、、ショ蔵。ストラントートータ 歯トを治するモートタトの構成は公知トのトものとすることができる · 舞歌 体部部状态 有命形式 1、 man color commet color color ( ) 数据等等数字 ( ) Color 医雌素 医二氯二甲乙酰苯甲基甲基 [0061] 【発明の効果】 本発明のラジアル異方性焼結磁石は、内外径比の小さな形状においても焼結及び時効冷却。 時の割れ、クラックのない優れた磁石特性を有する。 ココーニュー ケロコッけんしょ けん 大大 医胸外上的 经外面 医水流 [0062] 【実施例】 以下、実施例及び比較例を示し、本発明を具体的に説明するが、本発明は下記の実施例に、 f ( ) ( ) 【実施例1】 それぞれ純度99.7重量%のNd、Dy、Fe、Co、M(MはAl、Si、Cu)と 純度99.5頭鼠光のBを用い、Ndzg Dyz ハ5:Fiete a Cog i B i Alolz Cu a \_ \_ \_ S+i: o \_ \_ \_ \_ \_ の 合 金 を 真 空 溶 解 炉 で 溶 解 鋳 造 して イ ン ゴ ッ ト を 作 製 し た 。 こ の イ ン ゴ ットをジョウクラッシャー及びブラウンミルで粗粉砕し、更に窒素気流中ジェットミル粉 砕により平均粒径3.5μmの微粉末を得た。この粉末を飽和磁束密度20kGの強磁性 50 :

体(S50C:Fe鯛)コアを配置した水平磁場垂直成形装置にて8k0eの磁場中において0.5t/cm²の成形圧にて成形した。このとき、磁石粉の充填密度は25%であった。この成形体はArガス中1090℃で1時間焼結を行い、引き続き580℃で1時間の時効熱処理を行った。その後加工を行い、φ30㎡m×φ25㎡m×L30mmの円筒磁石を得た。上記円筒磁石を図7の着磁機にて6極着磁し、着磁後の磁石を磁石と同一高さの図10に示す構成のステータ内に組み込んだモータを作製した。一個石内径にはモータ軸となる強磁性コアが挿入接着されている。銅細線を各歯ぞれぞれ150ターン巻きとした。モータを1000rpmで回転させた際の誘起電圧及び同モータを1~5rpmで回転させた際の荷重計によるトルクリップルの大きさを測定した。

【10 0 6.4/】 (10 位 6.4/) (10 d 6.4/) (10 d

図8の積磁配置により積磁した以外は実施例1と同様にして得た磁石を同様にモータに組み込んだ際の誘起電圧とトルクリップルの大きさを測定した。結果を表1に示す。

#### 【表1】

	1. 1. 数 许 得 达 火	1 ( ) 11 (	!""誘起電圧。	トルクリップル	
			[V]	] [Nm] (1 )	
.	実施例1(図70)着磁配置)		47	0.076	
	実施例2(図8の着磁配置)		43	, 0. 182,	. 73 1 .

コア断面積の 600 %の面積を占める飽和磁束密度 1:8 ki G の強磁性体で 8 K 5 k F e 鋼) また をコア外周と同心円状に配置 U 競戏りは非磁性体材で作成したコアを用い、その他は実施には例 1 と同様にして作製した円筒磁石をモータに組み込み、モータ特性を測定した。「国際・・ 【0066】

[比較例 1]

実施例子と同様の磁石粉を用い、図2に示される垂直磁場垂直成形装置を用い、コイルの 発生磁界 2 0 k 0 e で磁石粉充填深さ 3 0 m m と し、磁場中成形後の成形体を下方に移動 させ、成形体の上に先ほどと同様に 3 0 m m 磁石粉を乗せ、磁場中成形後の磁石を実施例 1 と同様の条件で焼結時効を行い、φ30 m m×φ25 m m× 1 30 m m の円筒磁石を得 た。これをモータに組み込みモータ特性を測定した。

[0068]

[0069]

「比較例 3<sup>™</sup>配子では、1000年では、1000年では、1000年では、1000年では、1000年度 2 k G の強磁性体(磁性超硬材W C − N i − C o )コアを配置した成形機は、1000 で、他は実施例 1 と同じ条件で磁石を作製し、モータに組み込みモータ特性を測定した。1000 で、1000年では1000年では1000年では1000年では1000年では1000年では1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1000年で1

[ 0 0 7 1 ]

偏光顕微鏡観察により、ラジアル配向に対し、30°以上傾いた部分の体積(配向乱れ体) 積)を算出し、表2に示す。また、これらの円筒磁石をそれぞれの条件で100個製造し。 た際の削れの数もあわせて記載する。

[0072]

【表2】:::1

:	誘起電圧	トルクリップル	30°以上の乱れ	割れ発生数	#** · · · ·
	', [A]	[Nm]	[体積%]	個/100個	
٠,٠	100	200.000		e transfer agent	
実施例1	4.7	0.076	i /37	0	10
実施例3	44	, 0, 069	42	0,	
実施例4	<sup>7</sup> 52 · <sup>4</sup>	0. 082	30 (** (*)	0	
85 to 6	\$ 2 TO 100 N		4 . 4 km	.14 0.2	
実施例5	ख़ ु <b>43</b> क र	0.06	[1] [1] [1] [1] [1] [1] [1] [1] [1] [1]	2.3	
比較例1	, x 於 新日 <b>50</b>	0.077	v : v : 2 :	. 82.	
上較例2	35	0. 053	66	0	2.0
. 65 411	सुर होता १५ को ४	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	三世 医内内性 化二甲基甲基	et sign	1 等項
、比較例3	37	0.064	, (58, 5, 5)	1 th 10 10 10 10 10 1	20 ما
	•				

The second of the second of

【00分3/18条件: 、增工协会的链、选择工工的,书写和此品的经验注:,;; 15个个类型等不证: 表2よりご実施例は天きな趣能力が得られこかつトルグリップルが小さく ュクラックの発出し、 生がないためモータ用磁石として優れた特性を有する磁石の監産化に有効である。ハー・・・・ [0074]

また、実施例4の条件で作製した磁石を偏光顕微鏡観察した結果を図13、14、15に 示す。即ち、図13、14、15は強磁性材をコアとして用いた水平磁場垂直成形装置に より作製された磁石において、配向磁場方向に対し、30°方向、60°方向。90°方 向での磁石の配向の様子を示したもので、これらからわかるように本発明による円筒磁石。 では、配向磁場方向に対し60°方向で初めてラジアル方向とのずれが30°となり、こ れより30体積%で30。以上ずれていることがわかる。

#### [0075]

[実施例6~9、参考例1]

それぞれ純度99.7重量%のNd、Dy、Fe、Cg、M(MはAI、Si、Cu) とに 純度99.5 重量%のBを用い、Nd2g Dy2 5 Fe 63 8 Co3 B A Lo 3 Siola Cuolaの合金を真空溶解炉で溶解鋳造してインゴットを作製した。この溶画。 ンゴットをジョウクラッシャー及びブラウンミルで粗粉砕し、更に窒素気流中ジェットミ ル粉砕により平均粒径3.5μmの微粉末を得た。この粉末を図コに示すような飽和磁束型。 密度20kGの鉄製の強磁性体コアを配置した水平磁場垂直成形装置にて、コイルの発生。40 磁場4k0eの磁場中において配向させた後、実施例6として、コイルを90。回転させ 、次いで同様に4k0eの磁場中において再び配向させ、1.0t/cm²の成形圧にて 成形した。

#### [0076]

実施例7としては、水平磁場垂直成形装置にてコイルの発生磁場4 k O e の磁場中におい て配向させた後、ダイスとコア及びパンチを90°回転させ、次いで同様に4k0eの磁 場中において再び配向させ、1.0t/cm²の成形圧にて成形した以外は実施例 6(と同 1997年,大型大型的企业,1997年,1997年中间。 様に成形した。 【007.7】特殊的基本,自由政治的企业,由于企业的企业,企业的企业。

実施例8としては、水平磁場垂直成形装置にてコイルの発生磁場4k0eの磁場中におい

て配向させた後、残留磁化4kGのコアを90°回転させた。このときの磁石粉の残留磁 化は80°0Gであった。次いで同様に4k0eの磁場中において再び配向させ、その後、 1.0t/cm²の成形圧にて成形した以外は実施例6と同様に成形した。

これらの成形体はArガス中1090℃で1時間焼結を行い、引き続き580℃で1時間の時効熱処理を行った。その後、加工を行い、φ24mm×φ19mm×L30mmの円筒磁石を得た。なお、本円筒磁石と同一磁石粉を用い、水平磁場垂直成形装置にて12k0mの磁場中において12~0 比/cm²の成形圧にて成形し、Arガス中10/90℃で1時間焼結を行い、引き続き580℃で1時間の熱処理をして本円筒磁石と同一条件で作製したブロック磁石の特性は、Br:12.5kG、1Hc:14.5k0e、(BH)ma∀ 110:36MGOeであった。上記の円筒磁石を、図7に示す着磁機にて6極、20°でスキーをが破し、着磁後の磁石を磁石と同一高さの図10に示す構成のステータ内に組み込んでは一を変を作製した。また、上記実施例のモータを5000 5~pmで回転させた際の種組としたのでは、上記と同様に成形、焼結、熱処理して得た円筒磁石を図8の着磁機にて発達をした。更に、上記と同様に成形、焼結、熱処理して得た円筒磁石を図8の着磁機にて発達をした。更に、上記と同様に成形、焼結、熱処理して得た円筒磁石を図8の着磁機にて発達をした。更に、上記と同様に成形、焼結、熱処理して得た円筒磁石を図8の着磁機にて発達をした。更に、上記と同様に成形、焼結、熱処理して得た円筒磁石を図8の着磁機にて発達を回り、そのでは、表面に誘起電圧の絶対値の最大及びトルクリップルを測定した(実施例8a)。表面に誘起電圧の絶対値の最大及びトルクリップルの最大最小の意を示す。

実施例 9 として、実施例 6 と同じ水平磁場垂直成形装置を用い、 1 2 k O e の磁場中において 9 0 e 回転させながら配向を行い、 1 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e 0 e

1.1

A Part of the state of the stat

50

医动脉 鳞虫 医缺

The form of the second of the

#### [0080]

一方、参考例 1 として、実施例 6 において 4 k 0 e の磁場で配向させた際、回転さぜずそのまま磁界中 1 . 0 t / c m  $^2$  の成形圧にで成形した。他は実施例 6 ど同様にして作製した磁石を用いたモータのモータ特性を測定した。これらの結果を表 3 に示す。

### [0081]

	誘起電圧(実効値)	トルクリップル、
(a) Alter	[mV/rpm]	[Nm]
実施例6	18. 7	8. 7.
実施例7	18. 6	8. 7
実施例8	18. 7	8. 7
実施例8a	16. 2:	10.3
実施例9	18. 4	12.8
参考例1	14.1	7. 8

[0082]

なお、実施例 6 の 育磁後のロータ磁石の表面磁束を測定した結果は図 1 1 と同様の結果で、各極が均一化しており、かつ極の面積が大きくなっており、実施例は大きな磁場が均一に発生できることがわかる。

[0084]

[実施例10]

それぞれ純度99.7重量%のNd、Dy、Fe、Co、M(MはAI、Si、Cu)とご 純度99.5 重量%のBを用い、Nd2gDy2.5Fe64Co3B-A10.2Sii o 2 Cuo 1 の合金を真空溶解炉で溶解鋳造してインゴットを作製した。このインゴ ットをジョウクラッシュー及びブラウンミルで粗粉砕じ、更に窒素気流中ジェットミル粉 砕により平均粒径 3...5μmの微粉末を得た。この粉末を飽和磁束密度 2.0 k G の F. e. 製 の強磁性体コアを配置した図1に示す水平磁場垂直成形装置にて10k0eの磁場中にお いて 1 . 0 t / c m <sup>2</sup> の成形圧にて成形した。この成形体は A r ガス中 1 0 9 0 ℃で 1 時 間焼結を行い、引き続き580℃で1時間の熱処理を行った。その後加工を行い、φ30 10 mm×φ25mm×L30mmの円筒磁石を得た。本円筒磁石と同一磁石粉を用い、水平 磁場垂直成形装置にです。Ook Ore の磁場中においです。10tt/cm²の成形圧にで成形し 、A アガス中1 0'9 0 ℃で電時間焼結を行い、引き続き5'8 0 ℃で1時間の熱処理をして 🖫 、本円筒磁石と同一条件で作製したブロック磁石の特性は、Bri: 1/3. 0 k'G、 i H c :: 1 :15kOe、(BH) max : 40MGOeであった。 工程 医动性细胞性蛋白蛋白 [0085]

上記の径方向配向円筒磁石を、着磁機にて6極着磁し、着磁後の磁石を磁石と同一高さる。 図 1 0 に 示す構成の物 個の奴 データ内に組み込むだモータを作製した。磁石内径にはモー タ軸となる強強性に定め挿入接着されている。鋼細線を各歯それぞれ100ターン巻きと

… した。 Uニン 相間の磁速機 をフラックスメータを用地で測定 した。 コミニー ルット 上却に 20 [O.07876]所以自己法、化自由自然的自由法院。自为中国的任务公司

1比較例41

本ステータ歯のうちの一つだけに実施例10と同じ銅細線を100ターン巻き、磁束量を フラックスメニタにで測定心だ。唯石を12周さばたどきのピークの値を表4に示す。接近 示されるは吟に、比較例ではピークによる磁速圏が、小だいピークに対し大きなピークで、 は14、5 係程度と非常に大きいにもかかわらず、実施例は0ではピーク値がほどんど変わっ **与在NI信息进行者名称《**集集》,"大学中国共和国特别。"(1) 11 元代·文化 12 元代·12 元代·13 日本人日本人

[0087]

「実施例11]

·· コア断面積の60%の面積を占める飽和磁束密度18kGの強磁性体をコア外周と同心円 状に:配置し: 残りは非磁性体材で作製したコ 恋を用いにその他は実施例 1 0 と 同様にして 🗀 作製したモータのリー図相間の磁束盤を測定した。

[比較物:5]によき、受す引むと思いで重見る。ことしてのようなであってこれに行って

非磁性体(非磁性超硬材WC-Ni-Co)をコア材に用いた他は実施例10と同様にし て作製したモータのU-V相間の磁束量を測定した。

[0089]

[比較例6]

Fe製の強磁性体コアの飽和磁束密度を2kGとした他は実施例10と同様にして作製し たモータのUーV相間の磁束量を測定した。配置した際のモータのUーV相間の磁束量を それぞれフラックスメータを用いて測定した。

これらの結果を表4に示す。

[0090]

【表4】

The Art Association of

1. 11. 1

	ピーク1	ピーク 2	ピーク3	ピーク4	ピーク5	ピーク6
	[kMx]	[kMx]	[kMx]	[kMx]	[kMx]	[kMx]
実施例 10	-38.2	/ 38.3/	-38.5	38.7 , (	-38.6	:38.4
実施例 11	-36,9	. 36.7,	-36.5	36.9	<del>-</del> 37	x 3,6.7 ·
比較例 4	-41.2	, ··27.5	-26.8	r. 40.8	-27:1	- 26.7
比較例 5	-30.5	30.2	30.4	30.6	=30,2 ,	30.3
比較例 6	-31.8 .	31.7	31.9	31.9	-31.5	32

PROCESS OF A CONTRACT OF A SECURIOR OF A SEC 点【 0 (0)(9a1 ]/支持数点 (m. ) (x.5) 一点,这类类型类的 (m. ) (c. ) 自由 8 (图 都有 2 )。 ( 数数 a 10 【実施例12】 ひまさぶ コロースやく コープログ 自接意、 いゅのった にっぽい くちっつり 実施例[15:0]のモニタを1 0.0.0 r p, mで回転させた際の誘起電圧汲び同モニタをil. ~ 50r. 15. pmで回転させた際の荷重計によるトルクリップルの大きさを測定した。表 5 に誘起電圧 の絶対値の最大及びトルクリップルの最大最小の差を示す。表 5 よりに 本モータは使用上 十分な誘起電圧量を有し、十分小さなトルクリップルであることがわかる。

() 自由政策运行 医肾上腺 法营入事法 医皮肤炎 重大 医上颌 医内侧侧 医大脑丛 全点点

【実施例は「3.1」に「4.2 主衆ら発わる」と施る回っては数明点に含むが高けら離りになって 実施例(1, 0,の後方與配向円筒廠石を着磁する際、以中三一角度を磁石紅極分の角度の1./。 3 の、2/,00% でスキュー着磁を行い、、該磁石を実施例より、のモータに組み込みは実施例122。 歌と同様に誘起電圧及びトルクリップルを測定いた値を表 5-に示す。(表:5-はい)h かルクリップ 120 ルの量がスキュー無し品より更に小さく、誘起電圧の低下はわずかであることがわかる。 1. 12 22 1

【参考例2.1 人ど、一々のローで原曜無ブロカロ上海最近月日人にとれるとの編文ーでとの 実施例1 0の後方向配响。円筒磁石を着磁する際、。スキュニ角度磁石は極分の角度の5/6 の 5:00 でスキュー 着磁を行い、該磁石を実施例組300のモータに組み込み、実施例。1322と 同様に、誘起、電圧及びトルクリップルを測定した。値を表され、示す。 表もよりは ルクリップルード の量はスキュー無し品より小さいが、誘起電圧の低下が大きく、実用に適さない場合があり、 [7806] ることがわかる。

[0094]

[0093]

[8] 【実施例7][4][2 というとうともあいます。4 2 年級はあるのとう自由のようでは音音画でに30 後方向配向円筒:磁石を突施例1回0と間様に精磁し、スキュー角度が磁石は機分の角度の(1)と / 3 の 2 0 ° であるステータ歯をもつ実施例は 0 と胴付法のモニタに組み込み、実施例は 2と同様に誘起電圧及びトルクリップルを測定した値を表5に示す。表5より、1~ルクリン ップルの量がスキュー無し品より更に小さく、誘起電圧の低下はわずかであることがわか **る。**1973年2月2日,中國研究的一個的1975年以下,1975年與中國國際國際公司的開始。 医多克氏系统 电磁电流 医电影 化二级系统

[0095]

【表 5】

	1.45.7.14	誘起電圧 [V]	トルクリップル , , , [Nm] , , , ,
. d.	実施例 1.2	, 60 .	, 0.08
ut.	実施例 13	55	0.021
	実施例 14	54	0.027
	参考例 2	12	0.017

计自反动 发现证据

1 . W. si. C.

[0096]

[実施例15]

それぞれ純度99. 7重蛍%のNd、Dy、Fe、Co、M(MはAl、Si、Cu)と 純度99.5重量%のBを用い、Ndzg Dyz.5Feg4Cog BiAl。.2Si n. 2 Cun. 」の合金を真空溶解炉で溶解鋳造し、インゴットを作製した。このインゴ ットをジョウクラッシャー及びブラウンミルで粗粉砕し、更に、窒素気流中でのジェット ミル粉砕により平均粒径3.5μmの微粉末を得た。この粉末を飽和磁東密度20kGのFe製の強磁性体コアを配置した図1に示す如き水平磁場垂直成形装置にて6 k O e の磁場中において1.0 t / c m² の成形圧にて成形した。この成形体は、A r ガス中109、0℃で1時間焼結を行い、引き続き580℃で1時間の熱処理を行った。その後、加工して外径30mm、内径25mm、厚さ15mmの円筒磁石を得た。

実施例 1.5 は、作製した円筒磁石を、配向方向を 6.0° ずらして積み重ね、1.段日の磁石配向方向が図 8 の関係(極 A.が N 極となる)になるように配置し、6 極流磁 3.段積みを行った。

#### . [0098]

【0099】 かっこう さんのでた コン・コンド (10099) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10000) (10

「実施例17]

無失施例15と同じ磁石粉末を用い、同一条件で外径30mm、内径25mm、厚さ (1,・0,m))20mの円筒磁石を作製し、配向方向を6)0°ですらして3段積み重ね。日各段の円筒磁石の配向 (方向がそれぞれ図7の配置になるようにし、に6.極着磁を行った。にの様子を図1,66に示す。。図中の大矢印は、円筒磁石の各段の配向時の磁場方向を示している。なお、符号3/3,は1,モータロータ軸である。

#### [0101]

これらの磁石を評価するために、横1.0...5 mm、縦3.0 mmの四角形に銅細線を5.0.ターン巻き、コイツを作製した。にのコイルを内障磁石に接した状態から磁石の磁力の影響を受けない遠方まで遠ざけ、この間のコイルを横切る磁楽量を円筒磁石の外周方向にフラックスメータを用いて測定し、ピーク値を表6に示す。

n 【 0:15 0:2(引:: pa ) ( pa ) シャブ や ; さい : ;; pa ; 一さい : 【表 6 】

	ピーク1	ピーク 2 [kMx]	ピーク 3 [kMx]	ピーク 4 [kMx]	ピーク 5 [kMx]	ピーク 6 .: [kMx]	]: ;
実施例(15)	[kMx]						
ずらし角 60°	10.17	-11.03	サブロット マ 13 m (	—10.15	11.1	-13.12	
3.段重ね	v	5 1 2 X 3	! -		1 1 20 1		]. • .
実施例 16		·		1. 4 (0.1	3 - 1 3 1	, et	.
ずらし角 90°	11.5	-10.71	11.45	-11.42	10.66	-11.44	1 :
2.段重ね							] .
実施例 17	12.01		1 3 14 3 3	10.64		1	],
ずらし角 60°	12.01	-11.95	11.96	-12.04	11.99	-11.98	. i :
3段重ね							<b>∤.</b> (
参考例3	<b>9</b> .01	-9.07	13.52	- 8.98 · ·	9.12	-13.49	.
段積みなし	9.01	-9.07	13.52	-8.98	11(10)	-13.49	

[0103]

【实施例18,19、参考例4、比較例7】

図10は、9個のモータステータ歯31を有する3相の永久磁石モータ30の平面図を示

40

> ing video in 1 Terroria in 1

> > 50

したものである。猗磁した円筒磁石をこの磁石と同一高さのステータ内に組み込んでモー タを作製した。円筒砥石の内径部にはモーダ軸となる強磁性コアが挿入接着されている。 各ティースに銅細線をそれぞれ150ターン巻きした。このモータを 1º0º0 0ºr p mで回 版させ、このときの誘起電圧の絶対値の最大で、かつ1~5 rpmで回転させ、時荷重計を 用いてトルクリップルの大きさを測定した。 [0104]ここで、実施例18は、実施例16と同様にずらし角90°で磁石を2段に重ね合わせ、 スキュー角を磁石1極分の角度の1/3の20°でスキュー着磁を行が、この磁石をモーニ タに組み込んだものである。 [0105] 実施例19は、実施例17と同じ寸法の円筒磁石を用い、図16に示すようにずらじ輝6 0°で磁石を3段に重ねてスキューなしに積磁し、スキュー角が磁石1極分の角度の1シ [0106] また、段積みをしない円筒磁石を参考例至とし、また成形金型のコアを非磁性(非磁性超) 硬材WC-Ni-Co)で作製しで成形機に配置し、その他は実施例15と同様に磁石を 作製し、ごれを実施例18と同様にしてモータに組み込み、比較例7とした。ごれらの誘 🗓 起電圧、トルクリップルを測定し、誘起電圧とともにトルクリップルの最大最小の意を表ご 7に示した。 #P 【001/01/72】性,自由点点等特点,自由自身的特殊点型,即像人物,这种改造的特殊的特殊的表面的确立20 表7から、各実施例は実用に十分耐える誘起電圧を有じ、トルクリップルゼ十分小さいが。 、参考例はドルクリップルが大きいごとが認められる。比較例では誘起電圧が低く、表し 用に適さないにはよりました。というははいの自由原語のだめのとあらればはあります。 [0108] 1 + 0 + 1 - 3 「参考例5」 実施例1 8の径方向配向円筒磁石を着磁する際、スキュー角磁石1極分の角度の5/6の 50°でスキュー類磁を行い、この磁石を図100のモータに組み込み、実施例18と同様 にして誘起電圧及びトルグリップルを測定し、表でに示した。これでは、またロッドによっ 1、1年表於確立。1、 [0109] 表 7 から、トルクリップルの異は小さいが、誘起電圧の低下が大きく実用に適さないこと 〕30 が認められる。 [0110] AVA STANKE SAVA [実施例20、参考例6] 実施例15のNd砒石合金を用いて、水平磁場垂直成形法により一軸配向のリング磁石を 作製した。磁石寸法は外径25mm、内径20mm、厚さ15mmである。配向方向を6 0°ずつ変化させながら6段積み重ねて6極にストレート着磁し磁石ロータを作製した。 これを7°のスキュー角のステータに組み込みモータにした。 [0111] gerjir N 1. 更に参考例6として、実施例20と同じ磁石を用いて配向方向を一方向にそろえ、6機に :ストレート 着磁し 磁石ロータを作製した。これを無スキューのステータに組み込みでした。 にした。これらにおいて誘起電圧とどもにトルグリップルを測定した。 - 医种类性 [0112] その結果は、表7に示したとおりであり、実施例20では参考例6に比べてトルグリップ ルが大きく低下しており、本発明による磁石の配向方向分散の効果が顕著であることがわ かる。

【0113】 【表7】

400

10

20 .

	1.17.13	11.	. :	Ι.		٠
 ٠.	1. //		•		•	٠

	誘起電圧 [V]	トルクリップル [Nm]
実施例 18	92	0.028
実施例 19	100	0.021
実施例 20	156	0.08
参考例 4	92	0.135
比較例 7	50	0.024
参考例 5	13	0.015
参考例 6	145	0.432

.

【図面の簡単な説明】

113

【図2】ラジアル異方性円筒磁石を製造する際に使用する従来の垂直磁場垂直成形製圖を示す説明図であり、(a)は縦断面図、(b)は(a)図におけるA — A'線の断面図である。

【図3】円筒磁石を製造する際に使用する水平磁場垂直成形装置で磁場発生時の磁力線の 様子を模式的に示す説明図であり、(a) は本発明に係る成形装置の場合、(b) は従来 の成形装置の場合である。

【図 4 】円筒磁石を製造する際に使用する水平磁場垂直成形装置の他の実施例を示す説明 図であり、(a)は平面図、(b)は縦断面図である。

【図 5 】ラジアル異方性円筒磁石を製造する際に使用するダイス部に一部非磁性材を配置した垂直磁場垂直成形装置を示す説明図であり、(a)は図 2 (b)と同様の断面図、(b)は(a)図における B 1 ~ B 4 部の拡大図である。

【図 6 】円筒磁石を製造する際に使用する成形装置で、回転式水平磁場垂直成形装置の一例を示す説明図である。

【図7】着磁機を用いて内筒磁石の潜磁を行う様子を示す着磁模式図である。

【図8】着磁機を用いて円筒磁石の着磁を行う様子を示す着磁模式図で、円筒磁石の配向方向を図7に対してA9-0。回転式はでで、回転式はでで、砂砂子を示す。

【図9】円筒磁石のN極とS極との境界を説明する平面図である。

【図10】6極に多極着磁した円筒磁石と9個のステータ歯を組み合わせた3相モータの 平面図を示したものである。

【図11】本発明に係る水平磁場垂直成形装置により作製したNd-Fe-B系円筒磁石に6極着磁を行った際の表面磁束密度を示した図である。

【図12】従来の水平磁場垂直成形装置(コア材として非磁性材を使用)により作製した Nd-Fe-B系円筒磁石に6極着磁を行った際の表面磁束密度を示した図である。

【図13】円筒磁石を製造する際に使用する強磁性材をコアとして用いた水平磁場垂直成形装置により作製された磁石の配向磁場方向に対し、30°方向での磁石の配向を示す顕微鏡写真である。

【図14】円筒磁石を製造する際に使用する強磁性材をコアとして用いた水平磁場垂直成形装置により作製された磁石の配向磁場方向に対し、60°方向での磁石の配向を示す顕微鏡写真である。

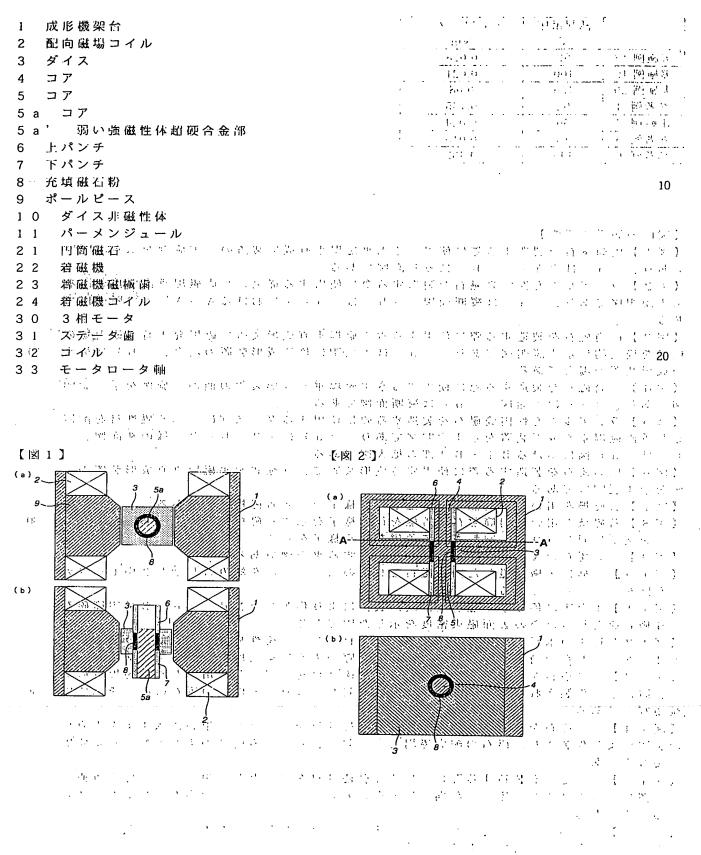
【図15】円筒磁石を製造する際に使用する強磁性材をコアとして用いた水平磁場垂直成形装置により作製された磁石の配向磁場方向に対し、90°方向での磁石の配向を示す顕微鏡写真である。

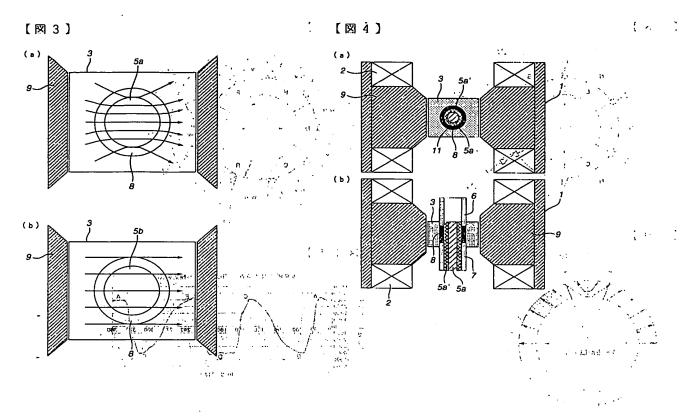
【図16】径方向配向円筒磁石を各60°ずらして3段に積層した本発明の永久磁石式モータ用ロータを示す斜視図である。

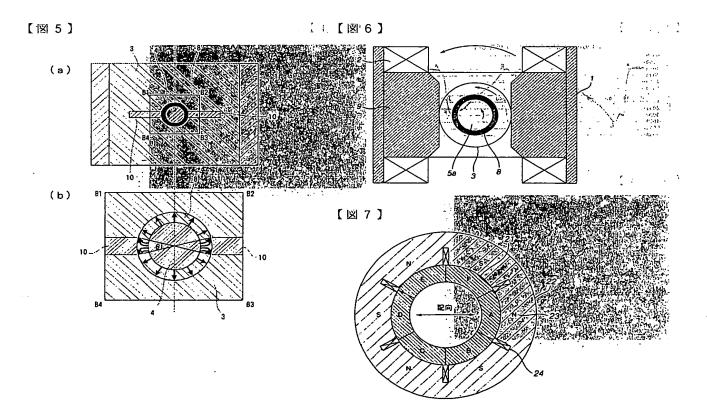
【符号の説明】

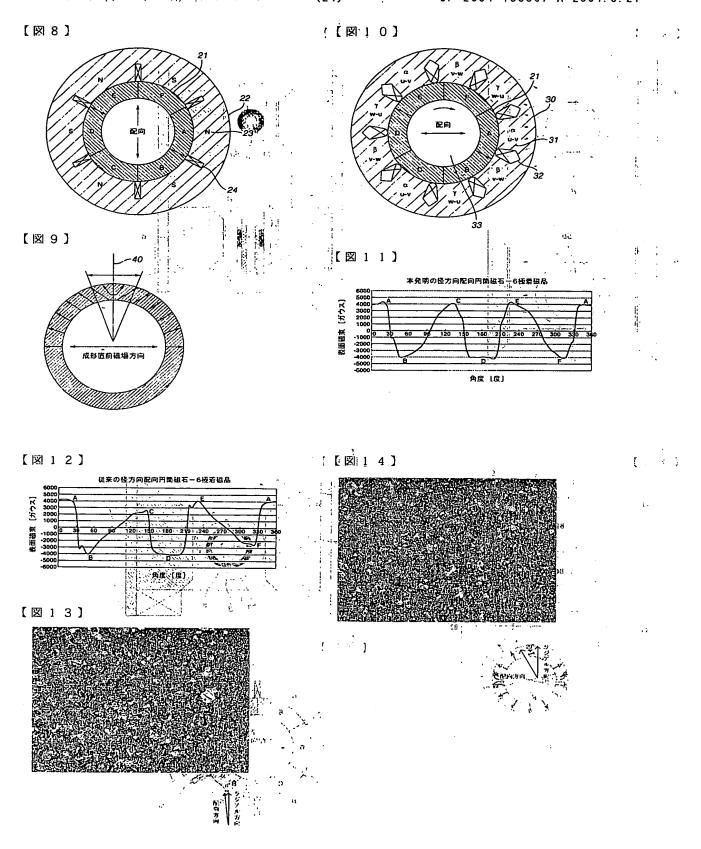
50

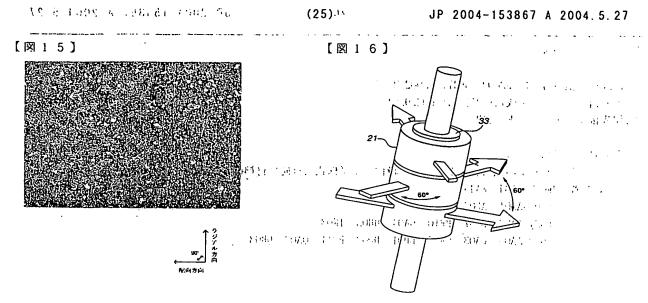
40











#### フロントページの続き

(31)優先権主張番号 特願2002-259477(P2002-259477)

(32) 優先日 平成14年9月5日(2002.9.5)

(33)優先権主張国 日本国(JP)

(72) 発明者 美濃輪 武久

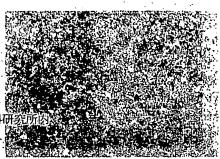
福井県武生市北府2-1-5 信越化学工業株式会社磁性材料

Fターム(参考) 4KO18 CAO4 KA45

5HO02 AAO1 AEO7

5H621 AAO2 BB07 BB10 GAO4 HH03 JK03

5H622 AAO3 CAO3 CAO5 DDO1 DDO2 PP11 QAO2 QBO3



# This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

# **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

BLACK BORDERS

IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

FADED TEXT OR DRAWING

BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

SKEWED/SLANTED IMAGES

COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

GRAY SCALE DOCUMENTS

CINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

# IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

☐ OTHER:

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.